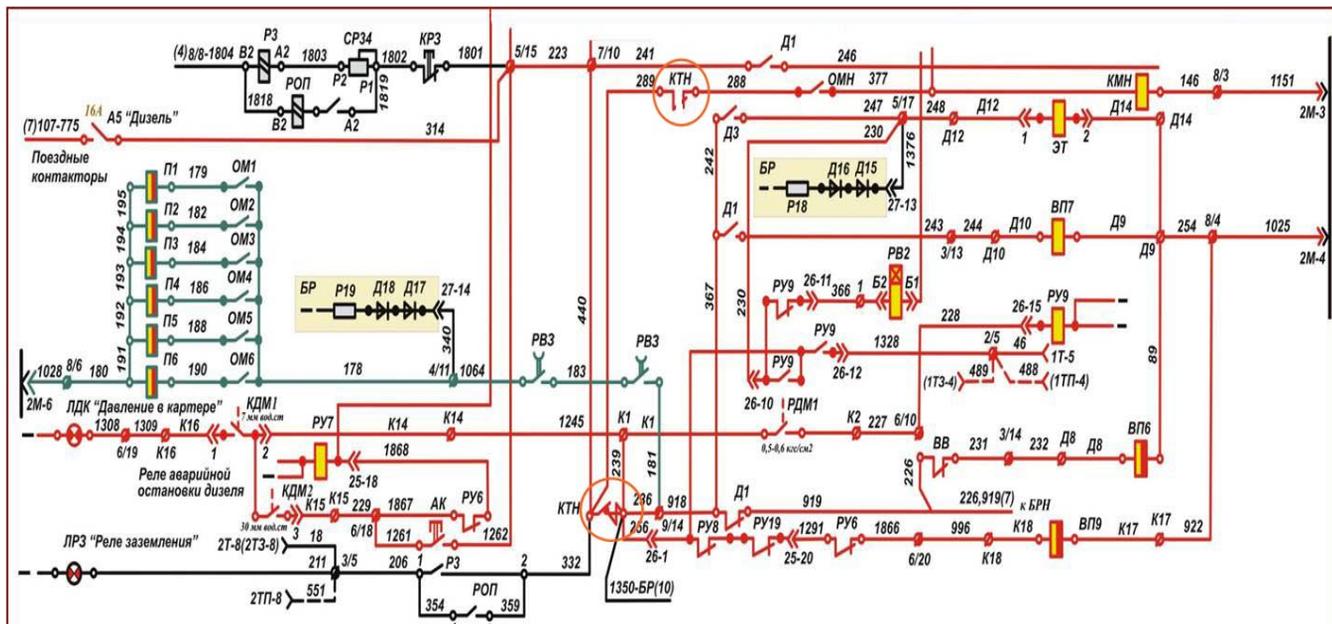


Горьковская железная дорога – филиал Открытого акционерного общества «Российские железные дороги»

**Горьковский учебный центр профессиональных квалификаций –  
Нижегородское подразделение**



# МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

по предмету:

**«Устройство и ремонт тепловозов»**

Раздел: **Электрические схемы тепловозов**  
**Часть 1**

**Наименование профессии:**

Машинист тепловоза

Код профессии: **14241**

## По назначению электрическую схему разделяют на цепи:

- Управления дизелем
- Управление передачей
- Управления системой охлаждения дизеля
- Вспомогательных нужд тепловоза
- Контроля и сигнализации
- Освещения

<http://locomotive.nethouse.ru/locotruck.ru>

- *Электрическая цепь управления – это цепь низкого напряжения (75В), предназначенная для управления энергетическим силовым и вспомогательным оборудованием тепловоза.*
- В электрическую цепь управления входят цепи: управления дизелем, тяговым генератором **ТГ**, тяговыми электродвигателями **ТЭД**, тормозным компрессором, локомотивной сигнализацией, освещением, световыми сигналами и др.

### **Цепь управления дизелем:**

Обеспечивает его пуск, задаёт режим работы, воздействуя на регулятор частоты вращения, включает защиту при понижении давления масла в системе смазки, повышении давления газа в картере, температуры воды и масла, а также при отклонении от допустимых значений др. контрольных параметров.

### **Цепь управления тяговым генератором:**

- Обеспечивает его возбуждение при трогании тепловоза с места, сброс нагрузки при возникновении заземления в силовой цепи, боксования колёсных пар локомотива, перегрузки дизеля и т. д.

### **Цепь управления тяговыми электродвигателями**

- Служит для переключения их с последовательного соединения на параллельное, включения контуров ослабления возбуждения, защиты двигателей от разноса при боксовании, нарушении заземления в случаях перегрева и т. п.

### **Цепи управления вспомогательным оборудованием**

- Обеспечивают экономичную и надёжную работу тормозных компрессоров, **ВГ**, электропривода вентиляторов холодильника, электрического тормоза и т. д.
- **Локомотивная сигнализация, световые сигналы**, освещение управляются электрическими цепями, составляющими особую группу, т. к. обеспечивают безопасность движения поезда.
- **На тепловозах, работающих по системе многих единиц**, должны обеспечивать синхронность действия энергетических установок секций (либо работу их по заданному закону) при наибольшей экономичности.
- **Составной частью электрической цепи управления современных тепловозов** являются микропроцессорные устройства (**УСТА**), решающие комплекс задач управления силовой установкой и обеспечения безопасности движения.

Колодки *СК* – *соединительная колодка*. Это набор изоляционных контактных зажимов, собранных на одной стяжной шпильке, боковых изоляционных стенок и металлических лапок с отверстиями для крепления.

**Номинальный ток зажимов 20А номинальное напряжение 110 В.**



- *СК25*-горизонтальная клеммная рейка с десятью клеммами.
- *СК1-СК7, СК10-СК17*-вертикальные клеммные рейки по 20 клемм.
- *СК8, СК9, СК20* - горизонтальные рейки по 20 клемм.

**Правая ВВК.**

*СК1-СК8, СК20.*

*Клеммники № 5, 31-35, 42.*

*Общий плюс 1/1 -4. Общий минус 8/1-2. (первая цифра указывает на колодку, следующие на зажим)*

*Клеммник № 5 расположен за дверцей ПВК с кнопкой «Отключение РЗ».*

*Клеммник № 42 расположен на стойке крепления БРН, две клеммы.*

*Клеммник № 31-№ 35 задействованы в цепи АУРов.*

<http://locomotive.nethouse.ru/locotruck.ru>



**Левая ВВК.**

*СК9, СК10, СК25.*

- *Клеммники № 6, 41.*
- *Клеммник № 6* расположен над реверсором за самой верхней дверцей.
- *Клеммник № 41* расположен за реверсором рядом с датчиком пожарной сигнализации, имеет две клеммы.
- **Плюс** на клеммнике № 6 – зажим 6/4 при включенном автомате «Освещение».
- **Общий минус 9/1-2.**
- Ножи рубильника *ВБ*.

**Клеммные рейки под Пультom Управления.**

- *СК11- СК17.*
- *Общий плюс 11/1-2.*
- *Общий минус 13/15.*



Клеммник



**ТАБЛИЦА ВКЛЮЧЕНИЯ КОНТАКТОРОВ, РЕЛЕ, ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ И ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИХ ВЕНТИЛЕЙ  
ТЕПЛОВЗОВ ТИПОВ ТЭ10М, ТЭ10У**

Режим работы	Позиция	Контакты								Вентили и электромагниты					Реле													
		КВ	ВВ	Д1 Д3	П1 П6	ВШ1	ВШ2	КМН	КТН	В19	В17	В16	МР1	МР2	МР3	МР4	МР5	РУ2, РВ3	РУ4	РУ5	РУ6	РУ8	РУ9	РУ10	РУ15	РУ16	РУ17	РВ4, РВ5
Пуск дизеля	0			•			•	•		•						•	•		•									
Холостой ход	0							•	•		•					•							•					
Тяга	1	•	•		•			•	•							•	•	•					•					
	2	•	•		•			•				•				•	•	•				•	•					
	3	•	•		•			•				•				•	•	•				•	•					
	4	•	•		•			•				•				•	•	•				•	•	•				
	5	•	•		•			•				•				•	•	•				•	•	•				
	6	•	•		•			•				•	•			•	•	•				•	•	•				
	7	•	•		•			•				•	•			•	•	•				•	•	•				
	8	•	•		•			•				•		•		•	•	•				•	•	•	•			
	9	•	•		•			•				•		•		•	•	•				•	•	•	•			
	10	•	•		•			•				•		•	•	•	•	•				•	•	•	•			
	11	•	•		•			•				•		•	•	•	•	•				•	•	•	•			
	12	•	•		•			•				•		•	•	•	•	•				•	•	•	•			
	13	•	•		•			•				•		•	•	•	•	•				•	•	•	•			
	14	•	•		•			•				•	•	•	•	•	•	•				•	•	•	•			
	15	•	•		•			•				•	•	•	•	•	•	•				•	•	•	•			
Ослабление возбуждения	I ступень		•	•		•	•		•			•	•	•	•	•	•				•	•	•	•	•	•		
	II ступень		•	•		•	•	•	•			•	•	•	•	•	•	•				•	•	•	•	•	•	
Боксование		•	•		•	•	•	•			•	•	•	•	•	•	•			•		•	•	•	•	•	•	
Холостой ход								•		•		•	•	•	•	•	•										•	

### Работа электрических цепей при пуске дизеля 10Д100 на тепловозе 2ТЭ10М.

**Подготовка к запуску дизеля. Последовательность включения электрических аппаратов.**

На обеих секциях включить:

- Рубильник батареи **ВВ**

**Автоматические выключатели**

- **А5** – Работа дизеля
- **А4** – **ТН** (топливоподкачивающий насос)
- **А13** – Управление
- На ведущей секции **БУ** (блокировочное устройство тормоза №167) установить в рабочее положение
- Реверсивную рукоятку **КМ** установить в положение «**Вперед**» или «**Назад**» (**В** или **Н**).
- **Включить тумблер «Топливный насос» ТН1 или ТН2**



**При запуске двухсекционного тепловоза рекомендуется в первую очередь производить пуск дизеля ведомой секции.**

**В запуске дизеля 10Д100 тепловоза 2ТЭ10М принимают участия 14 электрических аппаратов:**

**Контактор:**

- КТН, КМН, Д1, Д2, Д3

**Реле управления**

- РУ6, РВ1, РВ2, РУ4, РДМ1, РУ9.
- ВП7, ЭТ, МР5

**Последовательность срабатывания электрических аппаратов:**

*АВ5 - МР5, ТН1 - КТН, (ВП6, ВП9, БРН в момент раскрутки коленчатых валов будут отключены), ПД1 - РУ6, КМН, РВ1, РУ4, Д1, ВП7, Д3, ЭТ, РВ2, Д2, РДМ1, РУ9.*

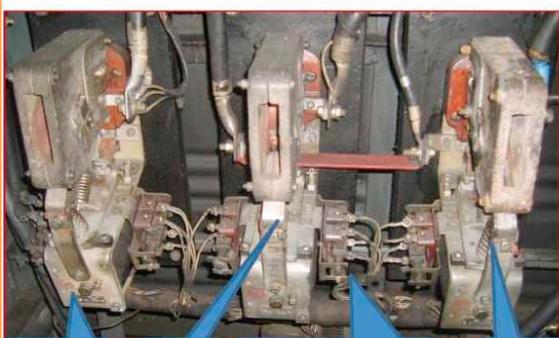
**Назначение электрических аппаратов:**

- КТН двух полюсный – предназначен для подключения электродвигателя ТН к АВ (при неработающем дизеле), когда дизель работает к ВГ. Подключает (через второй силовой контакт) параллельную обмотку ВГ и БРН, ВП6, ВП9, РУ9, ЭТ, подготавливает цепи на электропневматические вентили привода П1 – П6.
- КМН – подключает электродвигатель МН к БА во время пуска дизеля для предварительной прокачки дизеля маслом в течении заданного времени.

*МР5 – электромагнит ОРД, отключает сервомотор ИД*

*ВП7 – ускоритель пуска дизеля, нагнетает масло из масляной ванны ОРД под силовой поршень минуя гидро-аккумуляторы.*

*ЭТ – предназначен для дистанционной остановки дизеля, а также обеспечивает работу дизеля на холостом ходу.*



- Д1, Д2 – подключают АВ к ТГ для работы ТГ в режиме электродвигателя с последовательным возбуждением (через пусковую обмотку П1 – П2).
- Д3 – соединяет параллельно АВ двух (трех) секций на момент раскрутки коленчатого вала запускаемой секции для увеличения емкости.

**Реле управления**

*РУ6 – обеспечивает автоматический запуск дизеля.*

*РВ1 – обеспечивает выдержку времени в течении 90 -120 секунд, что бы не включились пусковые контакторы пока работает МН.*

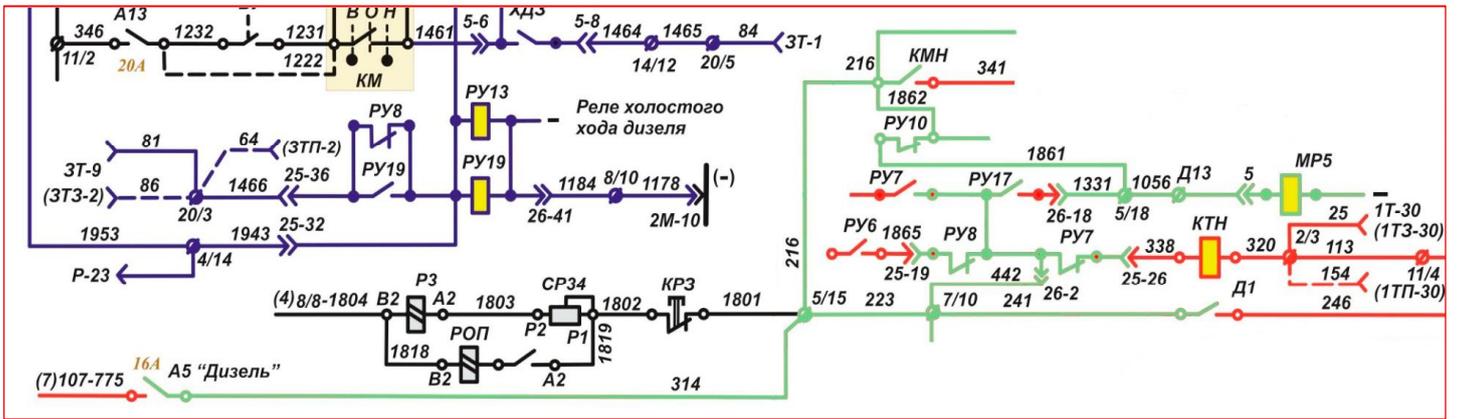
*РВ2 – контролирует пуск дизеля (раскрутку коленчатых валов), когда ТГ работает в режиме электродвигателя в течении 30 секунд, если дизель по какой либо причине не запустился, предохраняя АВ от глубокого разряда.*

*РУ4 – промежуточное реле, подключает пусковой контактор Д1, тем самым предохраняет РВ1 от перегрева.*

*РДМ1 – защищает дизель в момент пуска не допуская его запуска, если давление в верхнем масляном коллекторе не достигнет 0,5 – 0,6 кгс/см<sup>2</sup>, а также остановит дизель, если во время работы давления масла будет ниже 0,6 кгс/см<sup>2</sup>.*

*РУ9 – разбирает схему пуска, после удачного запуска дизеля и контролирует его работу.*

После включения А5 «Работа дизеля» получает питание катушка электромагнита **MP5**, а также подготавливается **плюсовая** цепь на катушку контактора **КТН**



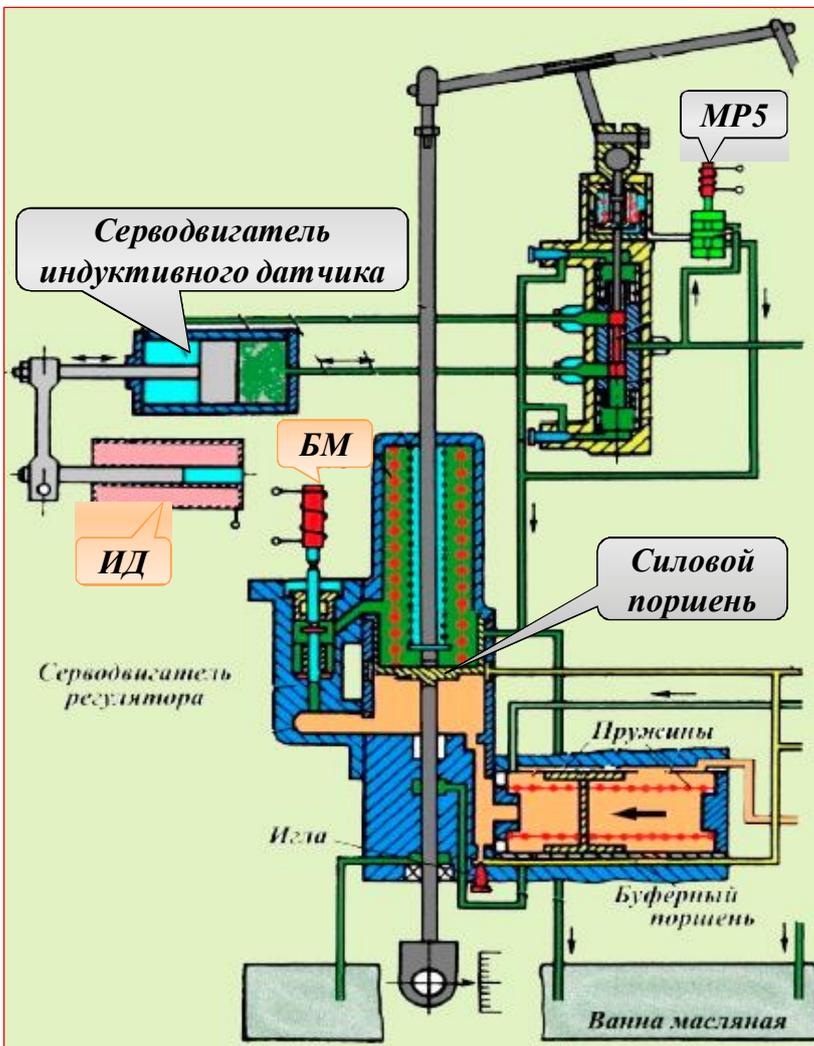
По цепи:

(+) А5, 314, 5/15, 216, 1862, РК РУ10, 1861, 5/18, 1056, Д13(коробка Д), катушка электромагнита **MP5**, (-) БА.

После получения питания катушки **MP5**

электромагнит будет удерживать индуктивный датчик **ИД** на минимальном упоре до 4-ой позиции **КМ**, тем самым сокращая время пуска дизеля.

<http://locomotive.nethouse.ru/>  
[locotruck.ru](http://locotruck.ru)



**MP5**- перекрывает проход масла от гидро-аккумуляторов регулятора к золотнику управления серводвигателем индуктивного датчика.

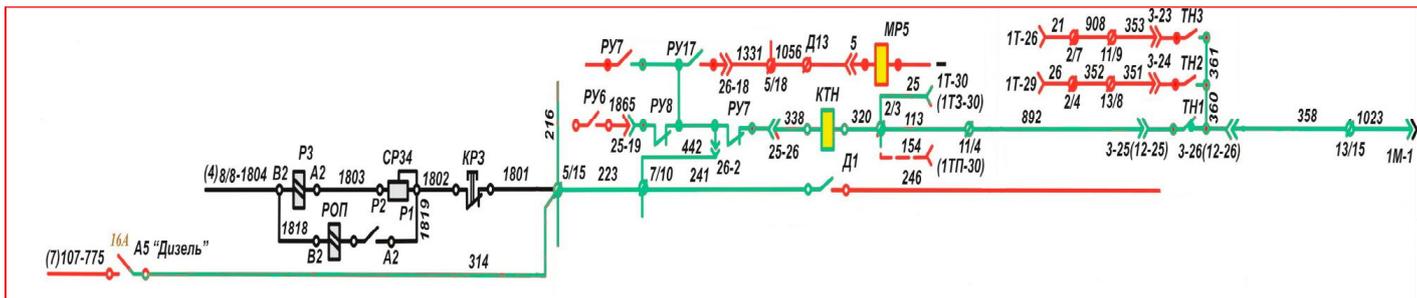
Тогда при пуске дизеля под силовой поршень серводвигателя попадает максимальное количество масла, что обеспечивает максимальный выход реек **ТНВД**.



**После включения тумблера ТН1 собирается минусовая цепь катушки КТН на ведущей секции, (ТН2 получает питание катушка КТН ведомой секции)**

**По цепи:**

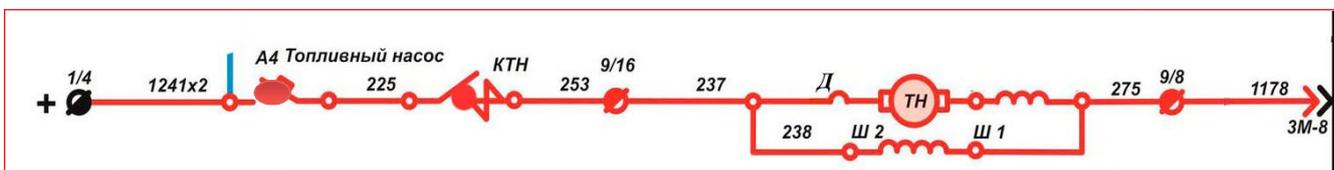
**(+) А5, провод 314, зажим 5/15, 223, 7/10, 442, РК РУ7, 338, катушка КТН, 320, 2/3, 113, 11/4, 892, контакты тумблера ТН1, 358, 13/15, 1023 (-) БА.**



**После получения питания катушки контактора КТН**

**Силовые контакты контактора**

**1. СЗК ( 225-253) подключает электродвигатель топливоподкачивающий насос ТН к (+) БА.**

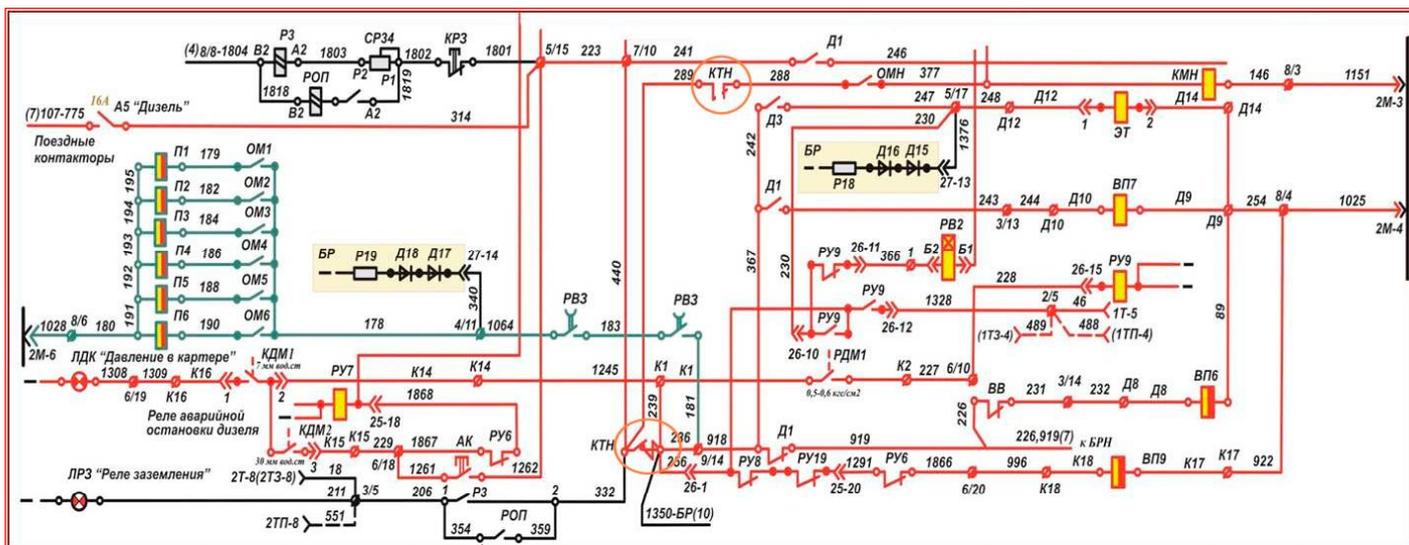


**По цепи:**

**(+) 1/4, 1241, А4, 225, СЗК КТН (замкнут), 253, 9/16, 237, электродвигатель ТН, 9/8, 1178, (-) БА.**

**2. СЗК (440-236) подготовит цепи;**

**На обмотку возбуждения ВГ через РК Д1 и регулятор напряжения БРН-ЗВ.**



**По цепи:**

**(+) А5, пр. 314, зажим 5/15, 223, 7/10, 440, СЗК КТН (замкнут), 236, 9/14, 918, РК Д1, 919, 226, 6/17, 917, 380, ОВ ВГ Ш1-Ш2, 383, БРН, 384, 8/13, 1155 (-) БА.**

- Собирает цепь питания на катушки электропневматического вентиля **ВП6** отключающий левый ряд **ТНВД** при работе дизеля без нагрузки и на **ВП9** отключающий пять **ТНВД** правого ряда при работе дизеля на холостом ходу и **1-ой** позиции **КМ**.

### Цепь на ВП6:

- (+) А5, пр. 314, зажим 5/15, 223, 7/10, 440, СЗК КТН (замкнут), 236, 9/14, 918, РК Д1, 919, 226, РК ВВ 231, 3/14, 232, Д8, катушка ВП6, Д9, 254, 8/14, 1025 (-) БА.

### Цепь на ВП9:

- (+) А5, пр. 314, зажим 5/15, 223, 7/10, 440, СЗК КТН (замкнут), 256, РК РУ8, РК РУ19, 1291, РК РУ6, 1866, 6/20, 996, К18, катушка ВП9, К17, 922, 8/4, (-) БА.



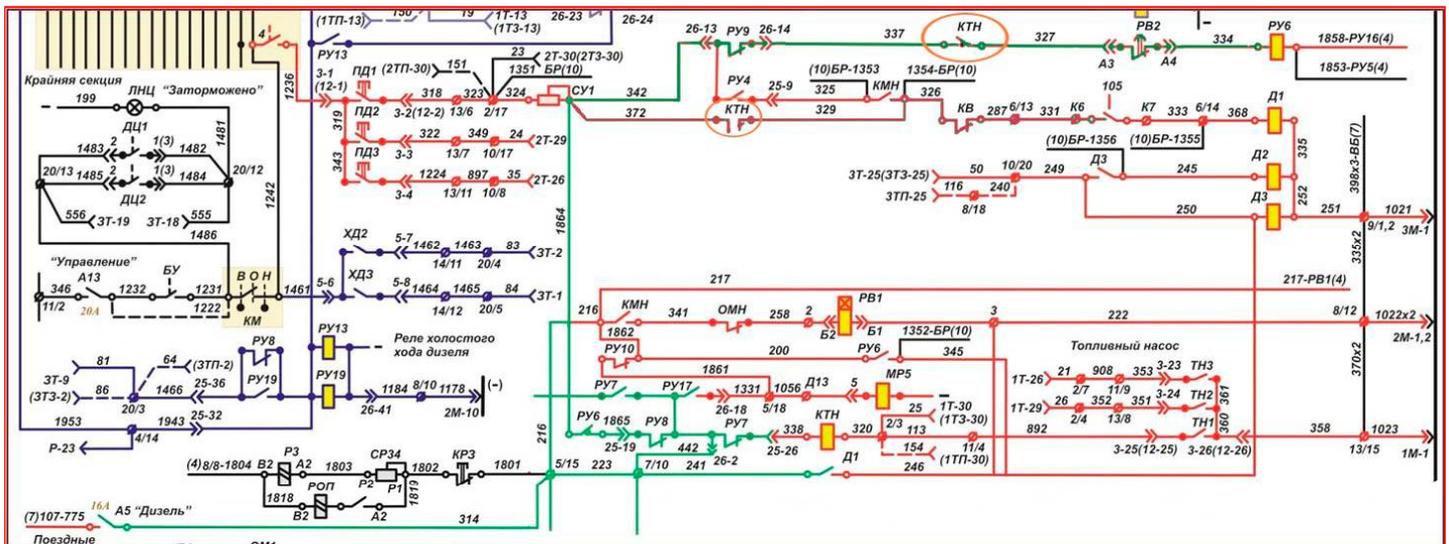
### Вспомогательными контактами контактора КТН

- РК (372-329) разбирает цепь питания на катушки пусковых контакторов Д1-Д3 и служит для проворота коленчатого вала дизеля, при нажатии кнопки ПД, когда КТН отключен.

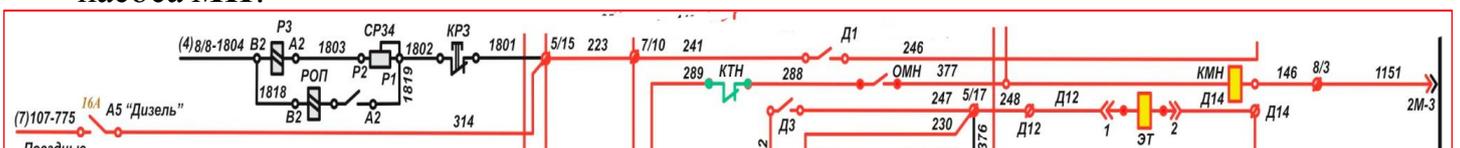
### По цепи:

- (+) А5, пр. 314, зажим 5/15, 223, 7/10, 442, РК РУ8, 1865, ЗК РУ6, 1864, 372, РК КТН, 329, 326, РК КВ, 287, 6/13, 331, К6, 105 блокировка, К7, 333, 6/14, 368 катушка Д1, 335, 252, 251, 9/1,2, 1021 (-) БА.

### ЗК КТН (372-327) подготавливает цепь на катушку РУ6



- РК (289-288) разбирает цепь питания на катушку контактора КМН, чтобы при работающем дизеле исключить включение электродвигателя маслопрокачивающего насоса МН.



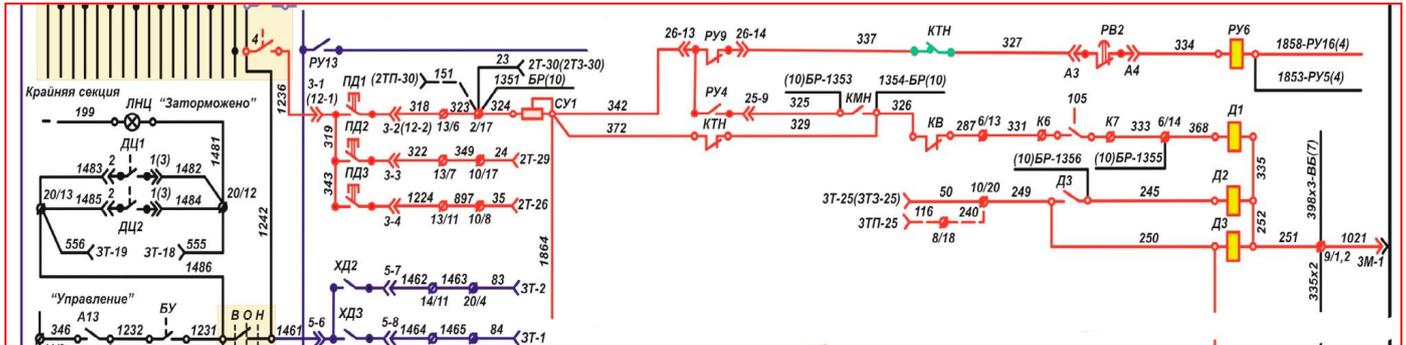
### По цепи:

- (+) А5, пр. 314, зажим 5/15, 223, 7/10, 289, РК КТН, 288, контакты тумблера ОМН (отключает), 377, катушка КМН, 146, 8/3, 1151 (-) БА.

Нажимаем кнопку пуск дизеля ПД1.

Получает питание через уравнильный резистор (СУ1) катушка РУ6 от А13 «Управление».

- Уравнильный резистор СУ1 сопротивлением 20 Ом служит для ограничения тока и устранения подгара контактов кнопок ПД2,3.
- если (+) от ведущей секции при нажатии кнопок ПД2(3) поступит на катушку РУ6 ведомой секции, то во время включения ЗК РУ6 (1865-1864) от А5 своей секции по этой цепи может протекать уравнильный ток большой величины из-за разности напряжения БА обеих секций вызывающий возгорание проводов.



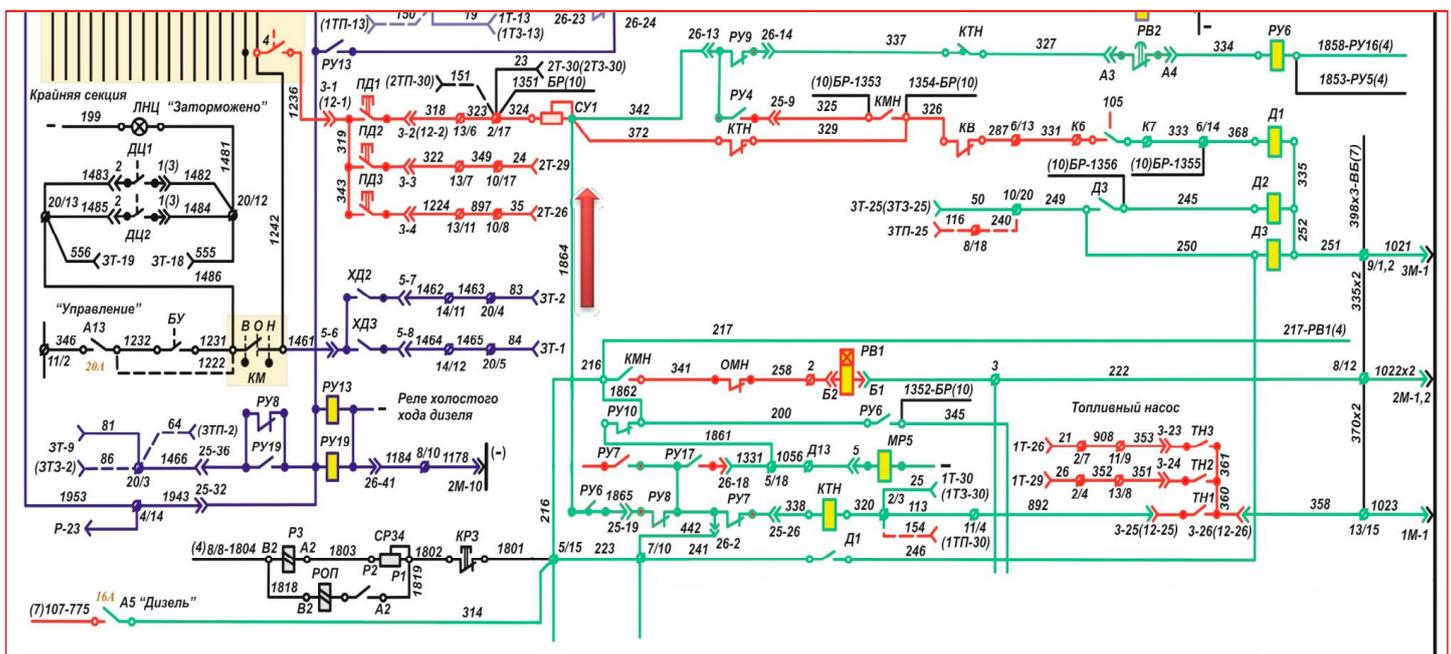
По цепи:

(+) 11/2, 346, А13, 1232, БУ (блокировочное устройство), 1231, контакты реверсивного барабана КМ (в положении В или Н), 1242, 4-й контактный палец КМ, замкнутый на нулевой позиции, 1236, контакты кнопки ПД1, 318, 13/6, 323, 9/17, 324, СУ1 (уравнильный резистор), 342, РК РУ9, 337, ЗК КТН, 327, РК РВ2, 334, катушка РУ6, 1858, 381, 8/19, 1176, (-) БА.

После получения питания катушки РУ6

Служит для автоматического пуска дизеля.

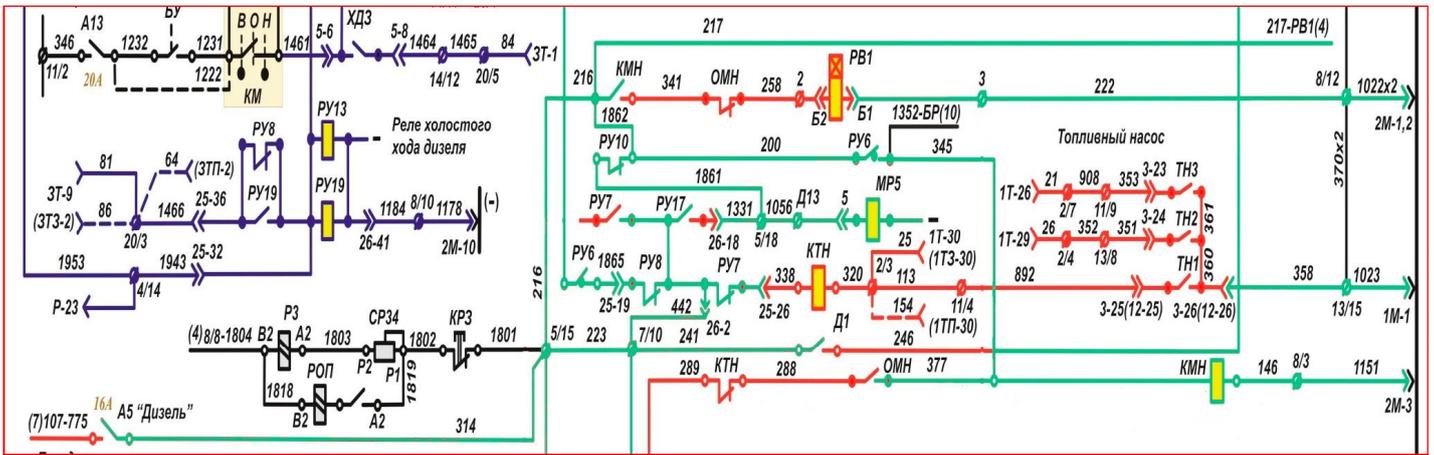
ЗК (1864 - 1865) - обеспечивает питание катушки РУ6 от А5, шунтируя контакты кнопки ПД, БУ367, контакты реверсивного барабана, А13.;



По цепи:

(+) А5, пр. 314, зажим 5/15, 223, 7/10, 442, РК РУ8, 1865, ЗК РУ6, 1864, 342, РК РУ9, 8, 337, ЗК КТН, 327, РК РВ2, 334, катушка РУ6, 1858, 381, 8/19, 1176, (-) БА.

**ЗК (200 - 345) - собирает цепь питания на катушку контактора КМН;**



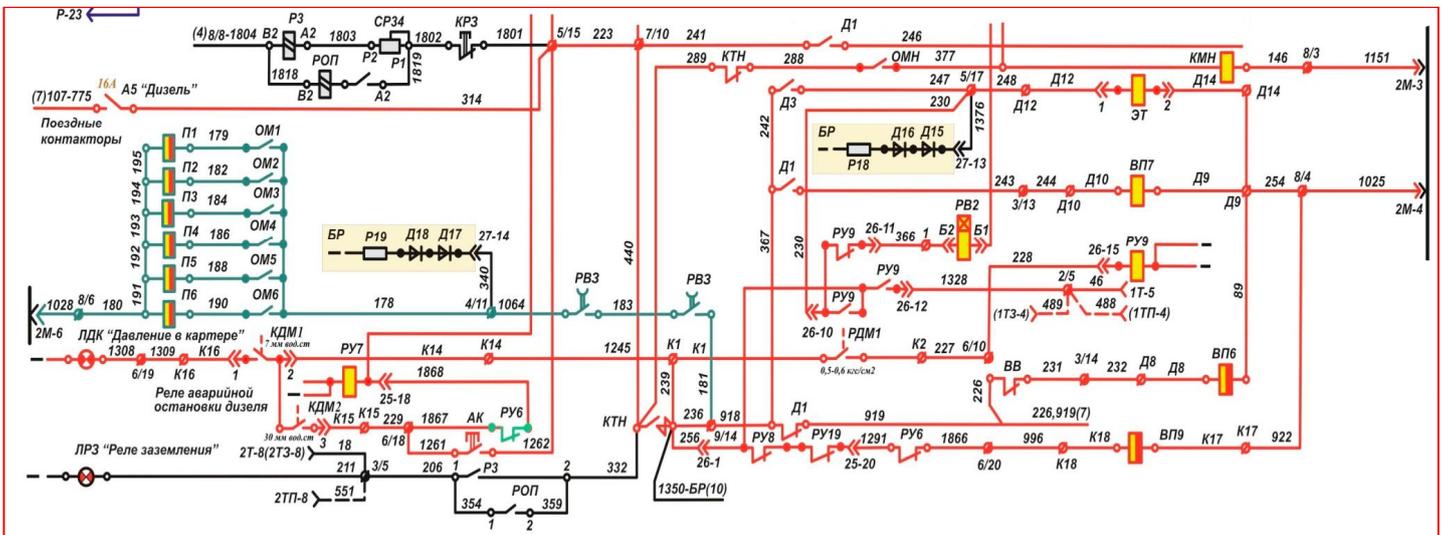
**По цепи:**

**(+) А5, пр. 314, зажим 5/15, 216, 1862, 200, ЗК РУ6, 345, катушка контактора КМН, 146, 8/3, 1151 (-) БА.**

**РК (1867-1868) - отключает катушку РУ7 в момент запуска дизеля, так как система вентиляции картера еще не работает (исключая ее ложное срабатывания).**

**По цепи:**

**от А5, провод 314, зажим 5/15, 223, 7/10, 440, СЗК КТН (замкнут), 239, К1, 1245, К14, контакты дифференциального манометра КДМ (которые в момент запуска могут собрать цепь), К15, 229, 6/18, 1867, РК РУ6, 1868, катушка РУ7 (-) БА.**



**РК (1866 -1291) - в момент запуска дизеля разбирает цепь на катушку ВП9, тем самым включая пять ТНВД правого ряда.**

**По цепи:**

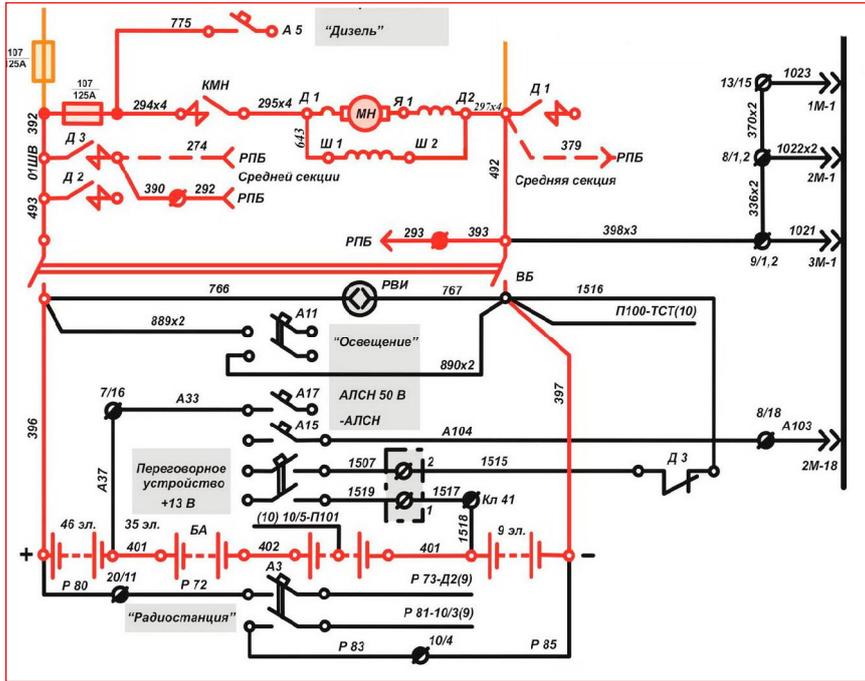
**(+) А5, пр. 314, зажим 5/15, 223, 7/10, 440, СЗК КТН (замкнут), 256, РК РУ8, РК РУ19, 1291, РК РУ6, 1866, 6/20, 996, К18, катушка ВП9, К17, 922, 8/4, (-) БА.**

<http://locomotive.nethouse.ru/>  
[locotruck.ru](http://locotruck.ru)



## После получения питания катушки контактора **КМН**

- **СЗК (294 - 295)** собирает цепь питания на электродвигатель маслопрокачивающего насоса **МН** для прокачки системы дизеля перед пуском.

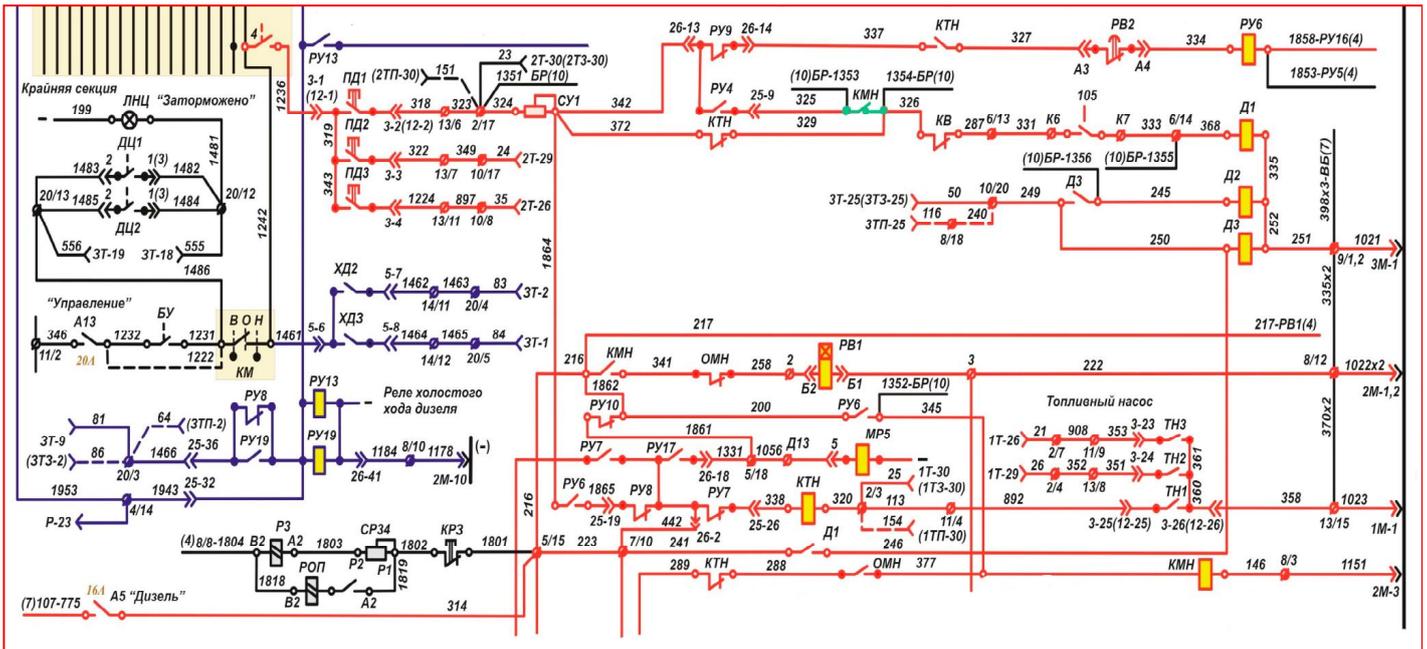


По цепи:

(+) БА, ВБ, 493, 392, предохранитель 125 А, 294, **СЗК КМН**, электродвигатель МН, 297, 492, ВБ, (-) БА.

## Вспомогательные контакты контактора **КМН**

- **ЗК (325- 326)** подготавливает цепь питания к катушкам пусковых контакторов. (Гарантирует включение контакторов **Д1—Д3** только при работающем **МН** во время пуска дизеля).



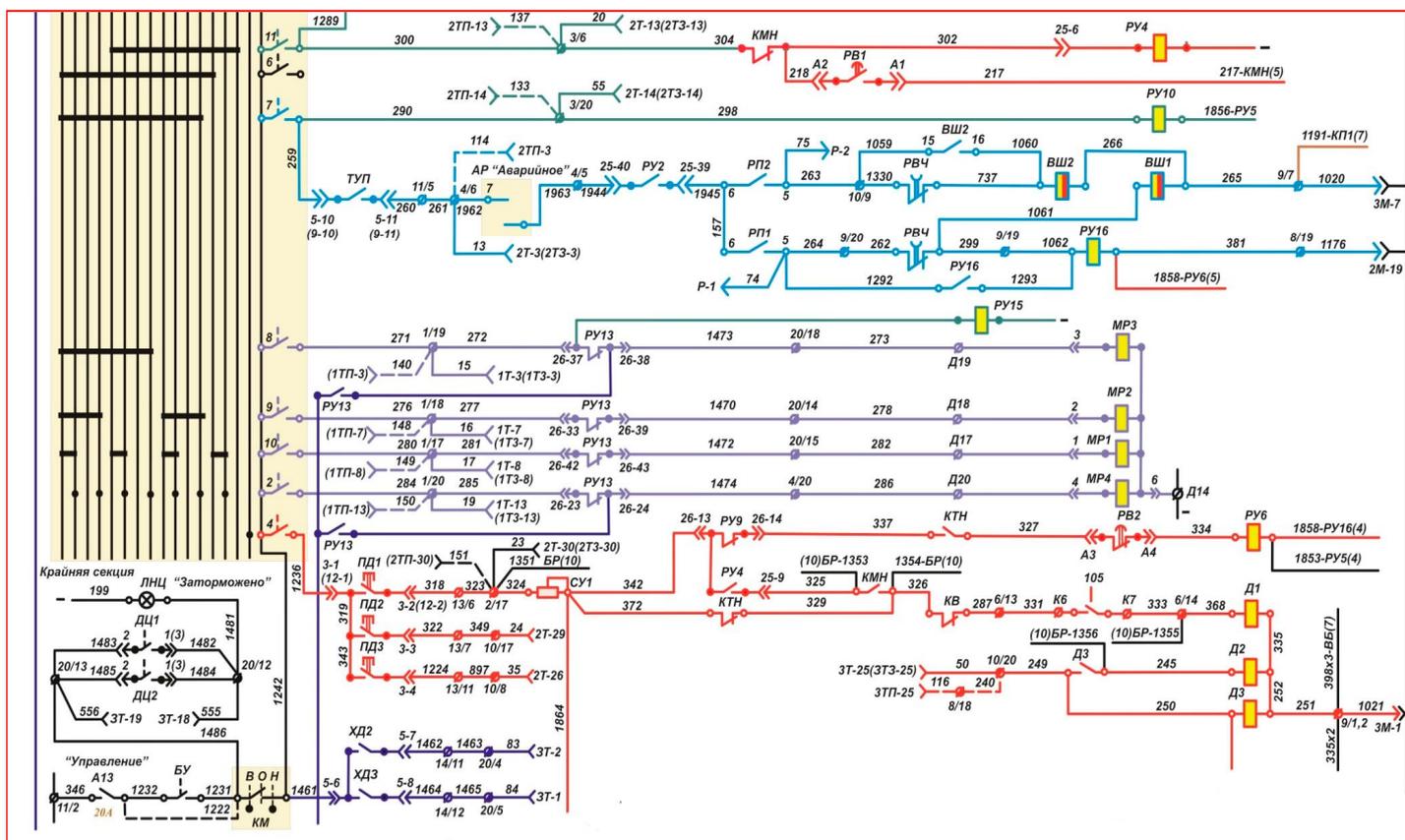
По цепи:

(+) А5, пр. 314, зажим 5/15, 223, 7/10, 442, РК РУ8, 1865, ЗК РУ6, 1864, 342, ЗК РУ4, 325, **ЗК КМН**, 326, РК КВ, 287, 6/13, 331, К6, 105 блокировка, К7, 333, 6/14, 368 катушка Д1, 335, 252, 251, 9/1,2, 1021 (-) БА.

**ЗК (216-341)** собирает цепь питания на катушку **РВ1**.

**По цепи:**

- (+) А5, пр. 314, зажим 5/15, 216, **ЗК КМН**, 341, **РК тумблера ОМН**, 258, **катушка РВ1**, 222, 8/1,2, 1022, (-) БА.



**РК (304- 302)** в цепи катушки **РУ4** исключает преждевременное срабатывание пусковых контакторов (**Д1-Д3**) до окончания времени прокачки масла при случайном переводе **КМ** на первую позицию.

**Чтобы во время пуска дизеля невозможно было изменить время пуска преждевременным включением катушки РУ4, через КМ.**

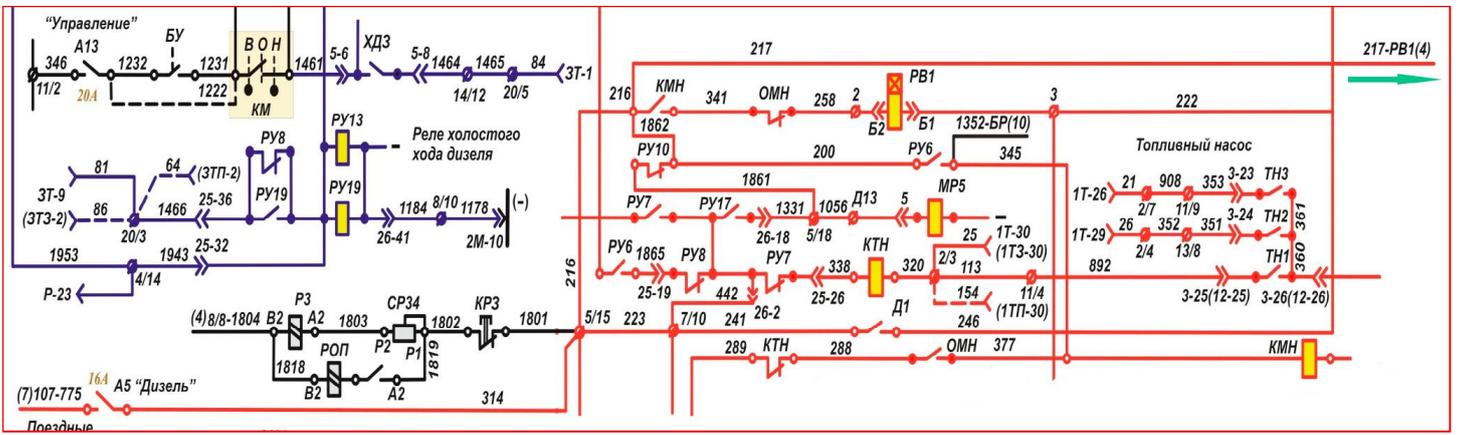
После получения питания катушки **РВ1** начинается отсчет времени для прокачки дизеля маслом.

- РВ1 имеет ЗК (218-217) с выдержкой времени на замыкание в цепи катушки РУ4.**

После прокачки маслом дизеля **через 90-120 с ЗК РВ1** собирают цепь на катушку **РУ4**.

**По цепи:**

- (+) А5, пр. 314, зажим 5/15, 216, 217, **ЗК РВ1**, 218, 302, **катушка РУ4**, (-) БА.

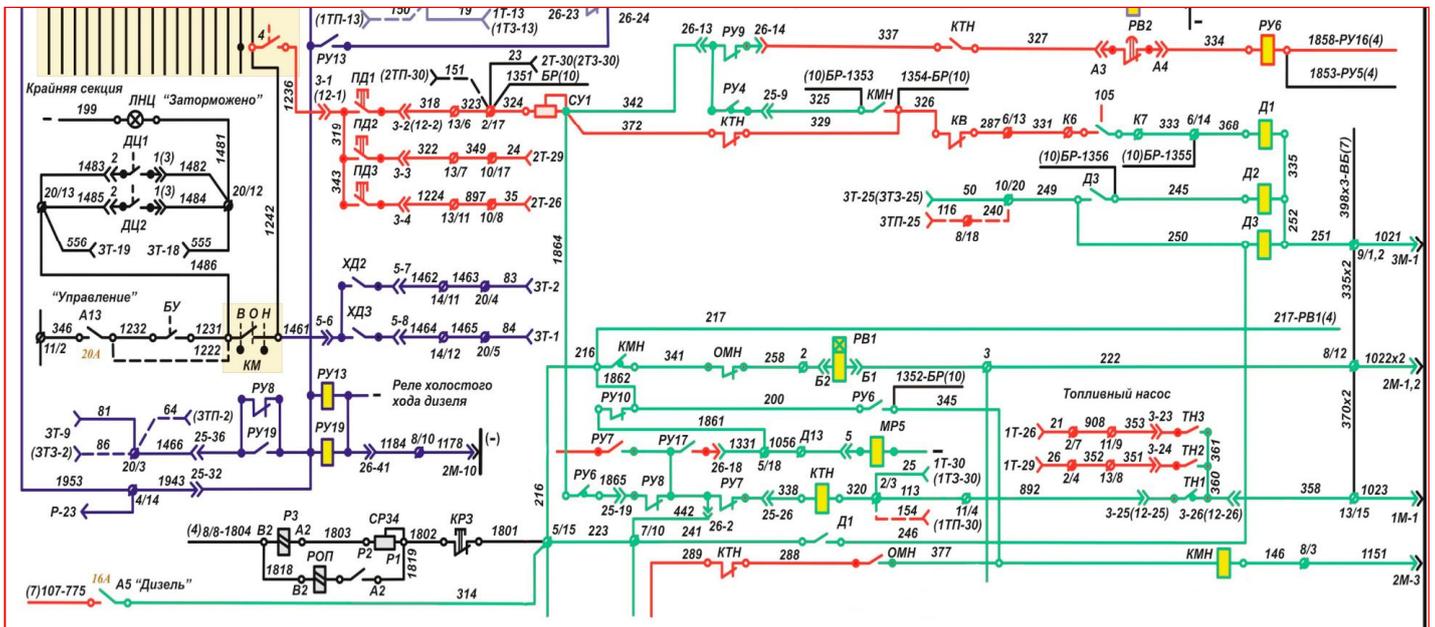


### После получения питания катушки РУ4 – промежуточное реле РВ1

Ввиду низкой коммутационной способности контактов РВ1 на время пуска дизеля в качестве промежуточного реле используется катушка РУ4.

3К (342 - 325) - собирает цепь питания на пусковой контактор Д1.

<http://locomotive.nethouse.ru/>  
[locotruck.ru](http://locotruck.ru)



### По цепи:

(+) А5, пр. 314, зажим 5/15, 223, 7/10, 442, РК РУ8, 1865, 3К РУ6, 1864, 342, 3К РУ4, 325, 3К КМН, 326, РК КВ, 287, 6/13, 331, К6, 105 блокировка, К7, 333, 6/14, 368 катушка Д1, 335, 252, 251, 9/1,2, 1021 (-) БА.

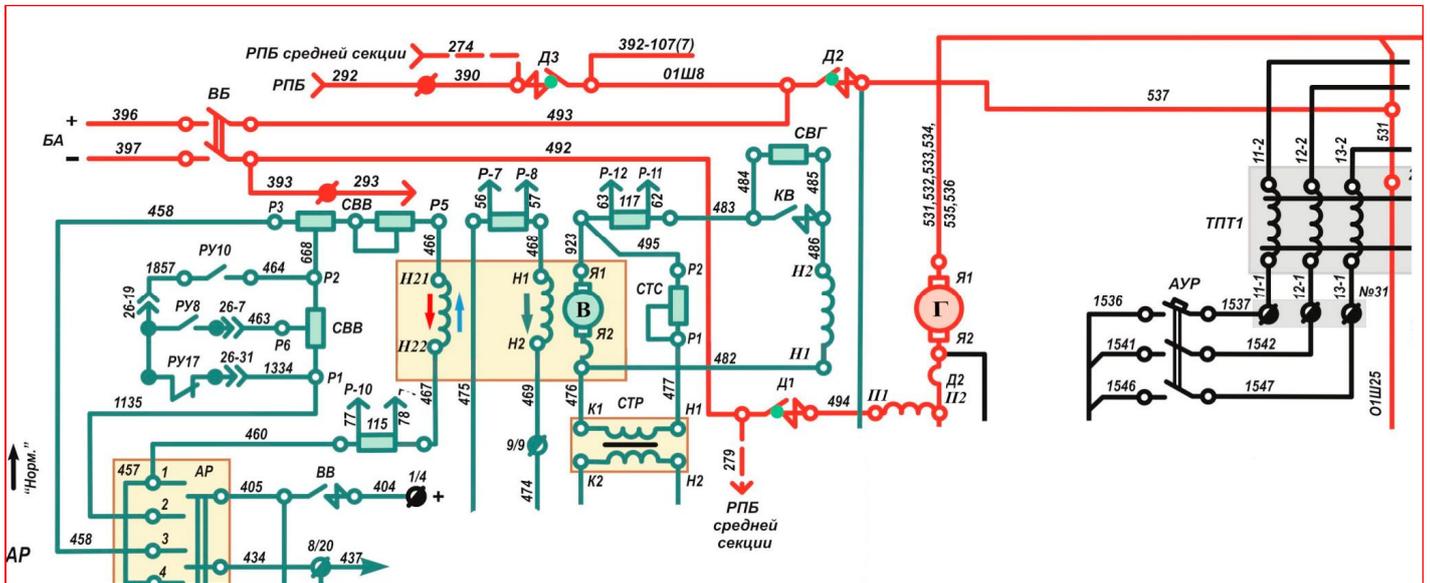
После получения питания катушки контактора Д1

Силовой контакт

Создает минусовую цепь от БА на пусковую обмотку (П1-П2) ТГ.

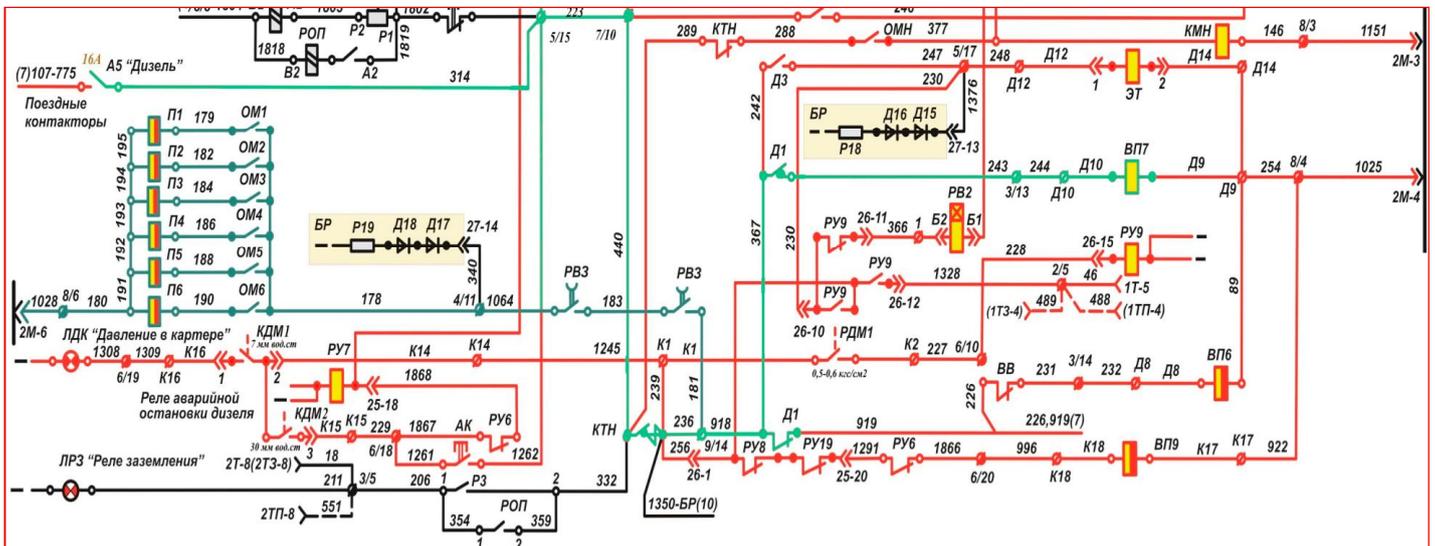
По цепи:

(-) БА, 397, ВВ, 492, СЗК Д1, 494, пусковая обмотка ТГ П1-П2.



Вспомогательные контакты Д1

ЗК (367 - 243) собирает цепь питания на ускоритель пуска дизеля ВП7.

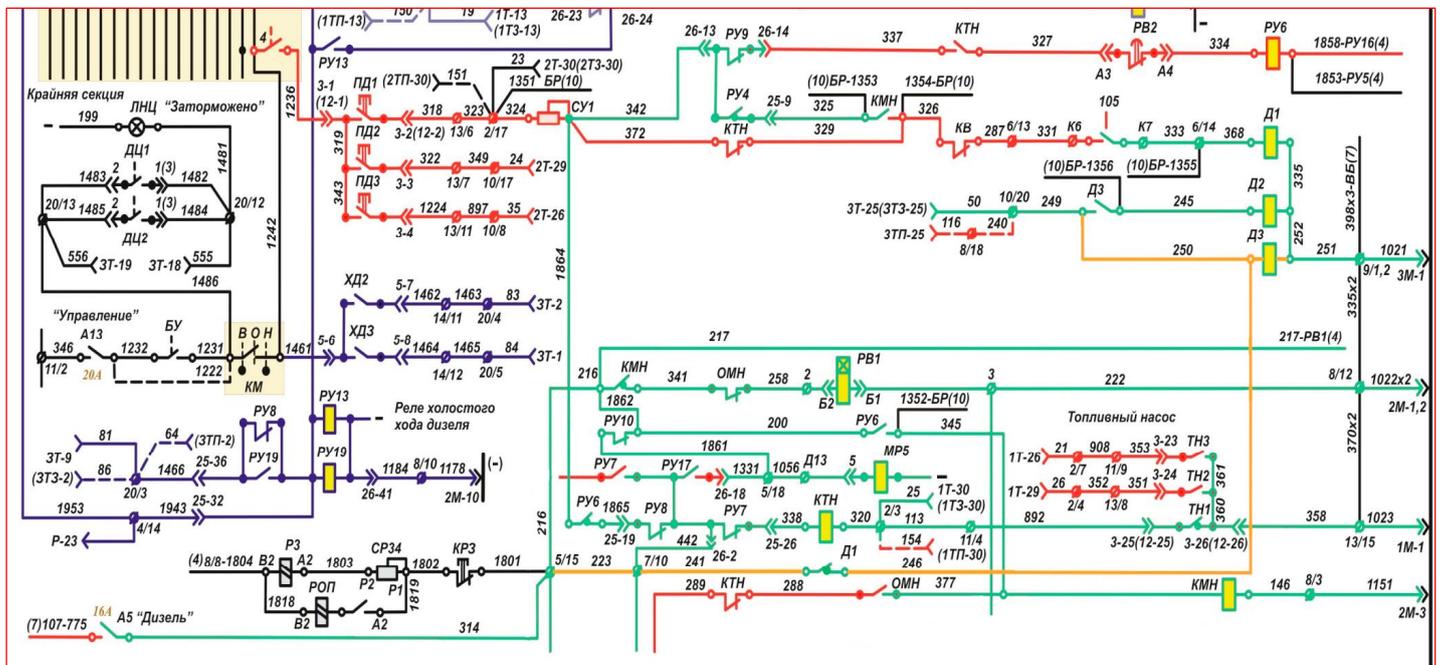


По цепи:

(+) А5, пр. 314, зажим 5/15, 223, 7/10, 440, СЗК КТН, 236, 9/14, 918, 367, ЗК Д1, 243, 3/13, 244, Д10, катушка ВП7, Д9, 254, 8/4, 1025, (-) БА.

Вентиль ВП7 впускает воздух в пневматический цилиндр ускорителя пуска дизеля. Под давлением сжатого воздуха поршневая пара ускорителя пуска дизеля перемещается и подает масло под силовой поршень серводвигателя подачи топлива регулятора, что вызывает перемещение реек топливных насосов на подачу топлива, близкую к максимальной. Это облегчает процесс пуска дизеля, уменьшает разряд аккумуляторных батарей при пуске.

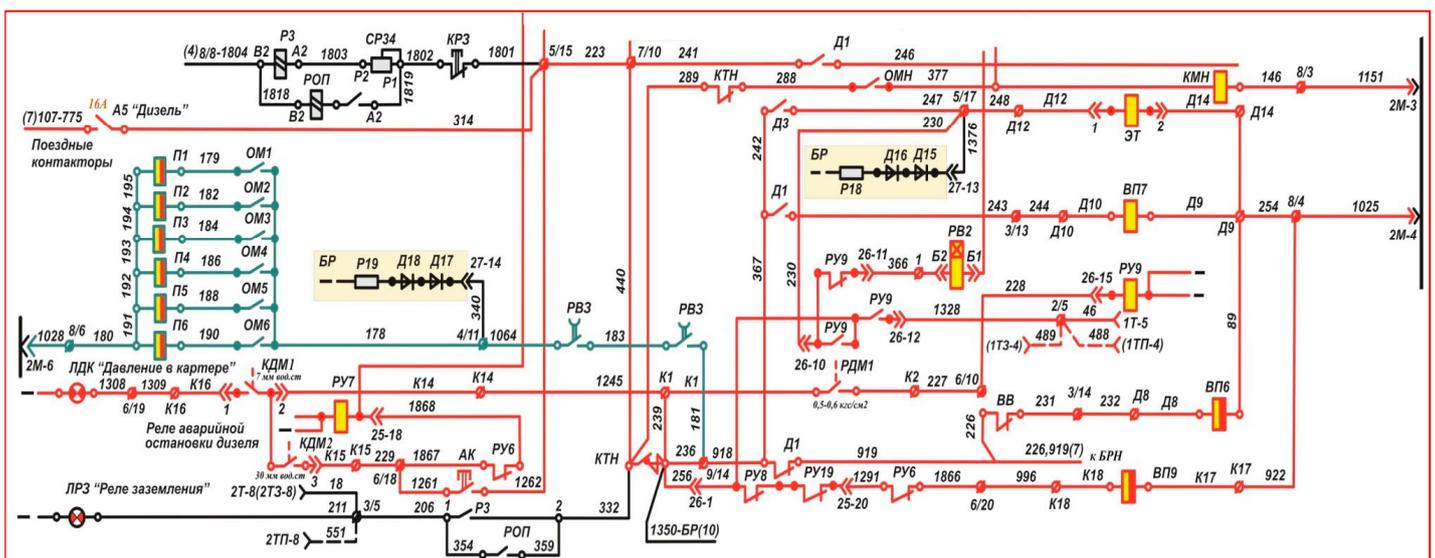
**ЗК (241 - 248) собирает цепь питания на катушку контактора ДЗ.**



**По цепи:**

**(+) А5, пр. 314, зажим 5/15, 223, 7/10, 241, ЗК Д1, 248, катушка контактора ДЗ, 251, 9/1,2, 1021 (-) БА.**

**РК (918 - 919) разбирает цепь питания регулятора напряжения БРН в период пуска дизеля и на катушку ВП6, отключающего левый ряд ТНВД.**



**По цепи:**

**(+) А5, пр. 314, зажим 5/15, 223, 7/10, 440, СЗК КТН, 236, 9/14, 918, РК Д1, 919, 226**

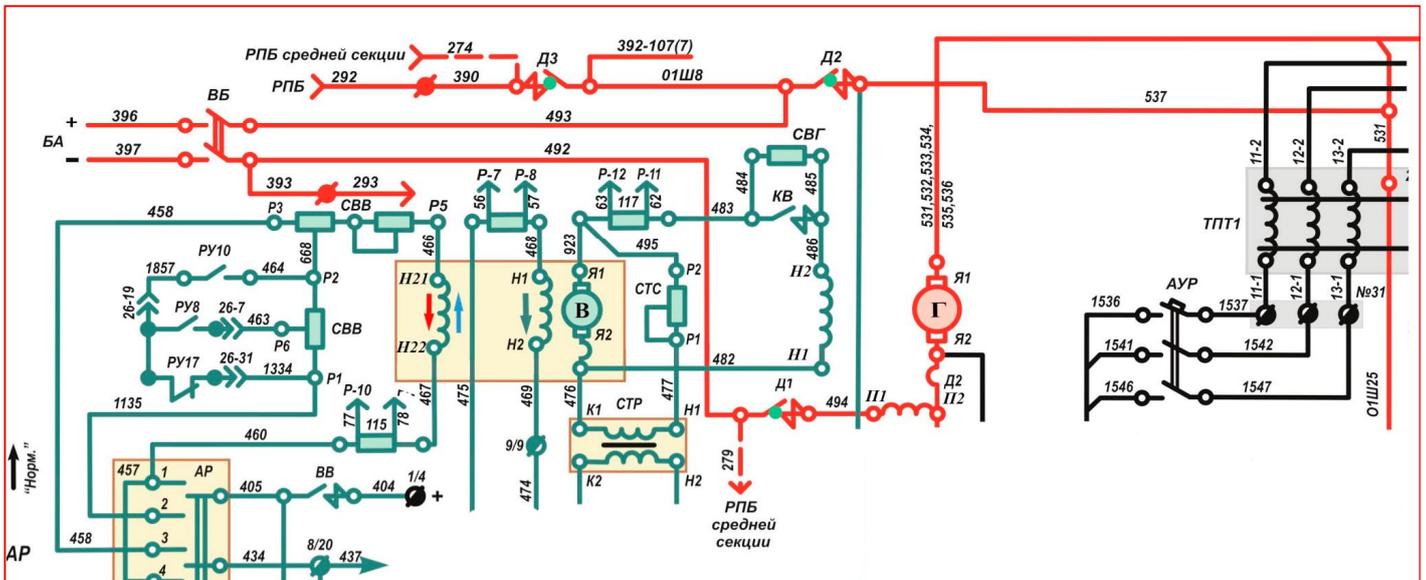
...

<http://locomotive.nethouse.ru/>  
[locotruck.ru](http://locotruck.ru)

## После получения питания катушки контактора ДЗ

### Силовой контакт

Во время пуска дизеля подключает параллельно БА двух (трех) секций для увеличения емкости.



### По цепи:

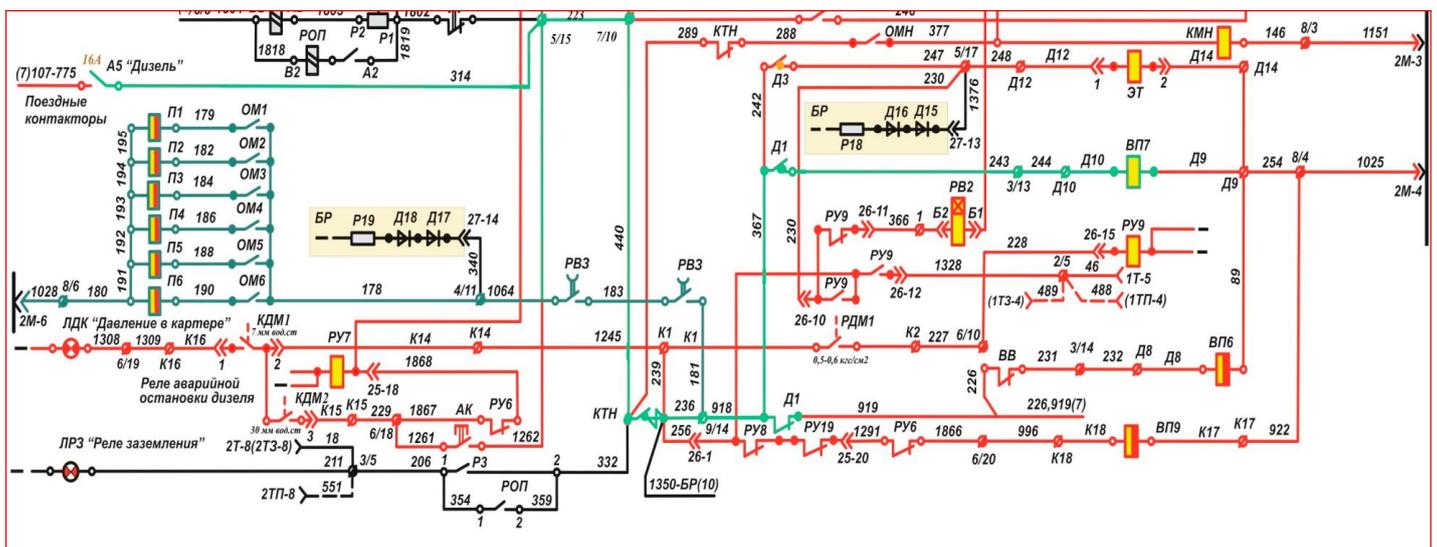
(+) БА, 396, ВБ, 493, О1Ш8, СЗК ДЗ, 292...

## Вспомогательные контакты ДЗ

- РК (919 - 917) во время пуска защищает цепь питания регулятора напряжения БРН-ЗВ от большого тока.

### По цепи:

- (+) А5, пр. 314, зажим 5/15, 223, 7/10, 440, СЗК КТН (замкнут), 236, 9/14, 918, РК Д1, 919, РК ДЗ...



ЗК (242 - 247) собирает цепь питания на катушку ЭТ (БМ), а также на катушку РВ2.

### По цепи:

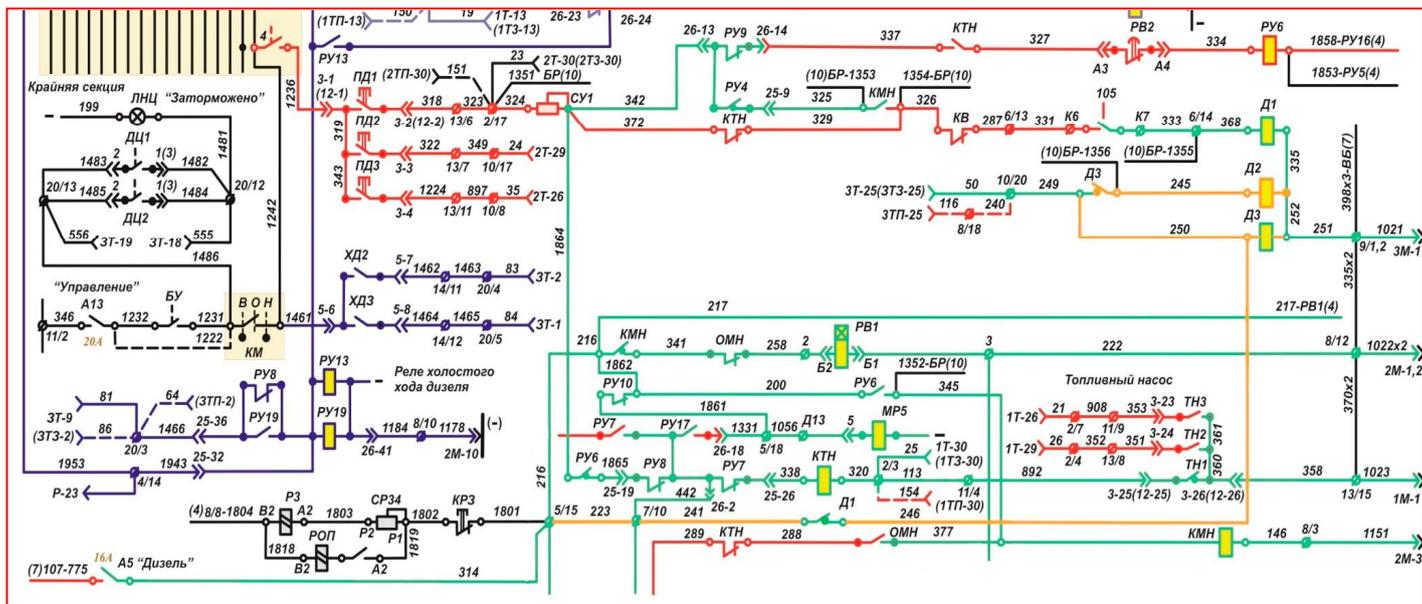
(+) А5, пр. 314, зажим 5/15, 223, 7/10, 440, СЗК КТН, 236, 9/14, 918, 367, ЗК ДЗ, 247, 5/17, 248, Д12, катушка ЭТ, Д14, Д9, 254, 8/4, 1025 (-) БА.

## Цепь на катушку РВ2:

5/17, 230, РК РУ9, 366 катушка РВ2, 222, 8/1,2, 1022 (-) БА.

РК \*(1515 - 1516) вовремя пуска отключает переговорное устройство. (в настоящее время устройство не используется)

ЗК (249 - 245) собирает цепь питания на катушку контактора Д2.



## По цепи:

(+) А5, пр. 314, зажим 5/15, 223, 7/10, 241, ЗК Д1, 248, 250, ЗК Д3, 245, катушка контактора Д2, 252, 251, 9/1,2, 1021 (-) БА.

После получения питания катушки контактора Д2

Силовой контакт

СЗК (01Ш8-537) собирает плюсовую цепь питания от БА на якорную и пусковую обмотку ТГ.

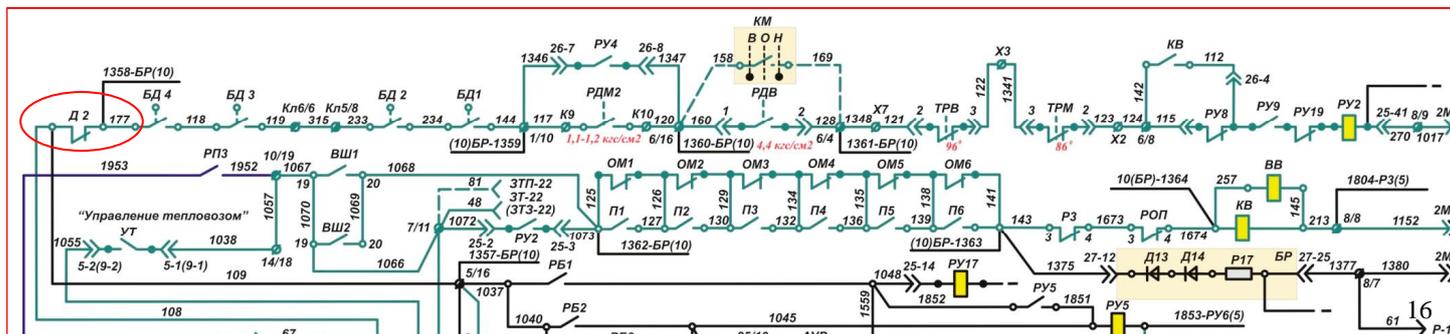
Вспомогательные контакты Д2

РК (Р73 - Р79) - во время пуска дизеля отключает цепь питания блока радиостанции;

По цепи:

(+) БА, 20/11, Р72, А3, Р73, РК Д2, Р79, 9/10, Р74, Блок питания

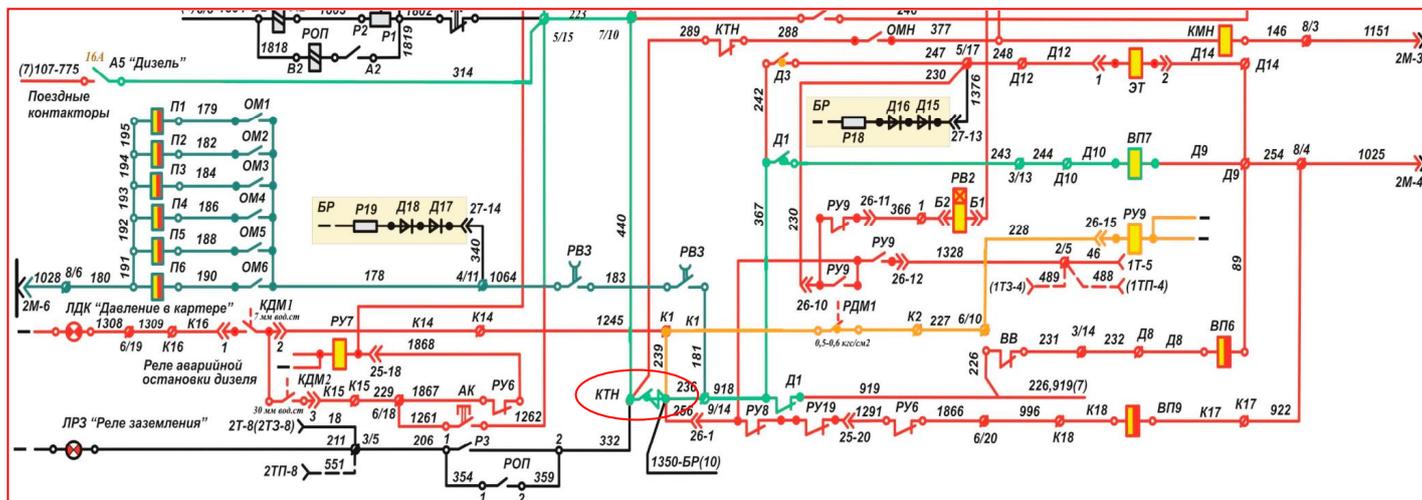
РК (108 – 177) при пуске дизеля разбирает цепь питания на катушку РУ2, исключая возможность включения контакторов ВВ и КВ при случайном включении пусковых контакторов и тем самым предохраняют БА и низковольтные цепи от высокого напряжения ТГ.



- После замыкания пусковых контакторов *Д1* и *Д2*, *ТГ* получает питание от *АБ* и начинает работать в режиме электродвигателя с последовательным возбуждением *от пусковой обмотки П1-П2*, раскручивая коленчатые валы дизеля. Одновременно с вращением вала дизеля вращается и *ГМН*, который создает давление масла в системе.
- При достижении давления масла в конце верхнего масляного коллектора *05 - 06 кгс/см<sup>2</sup>*, замыкаются контакты *РДМ-1* собирая цепь питания на катушку *РУ-9*.

**По цепи:**

**(+) А5, пр. 314, зажим 5/15, 223, 7/10, 440, СЗК КТН, 239, К1, контакты РДМ1, К2, 227, 6/10, 228, катушка РУ9, (-) БА.**



**После получения питания катушки *РУ9*  
Реле контроля работы дизеля.**

**РК (1366 - 1368)** включает в работу указатель повреждения электрической схемы в режиме, «Пуск дизеля».

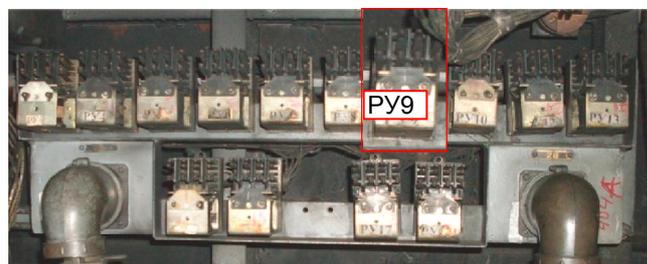
**РК (230 - 366)** отключает катушку *РВ2*, которое ограничивает время раскрутки коленчатых валов.

**РК (342 - 337)** отключает катушку *РУ6*.

**ЗК (1328)** замыкает цепь сигнальной лампы «Работа дизеля 2-й секции».

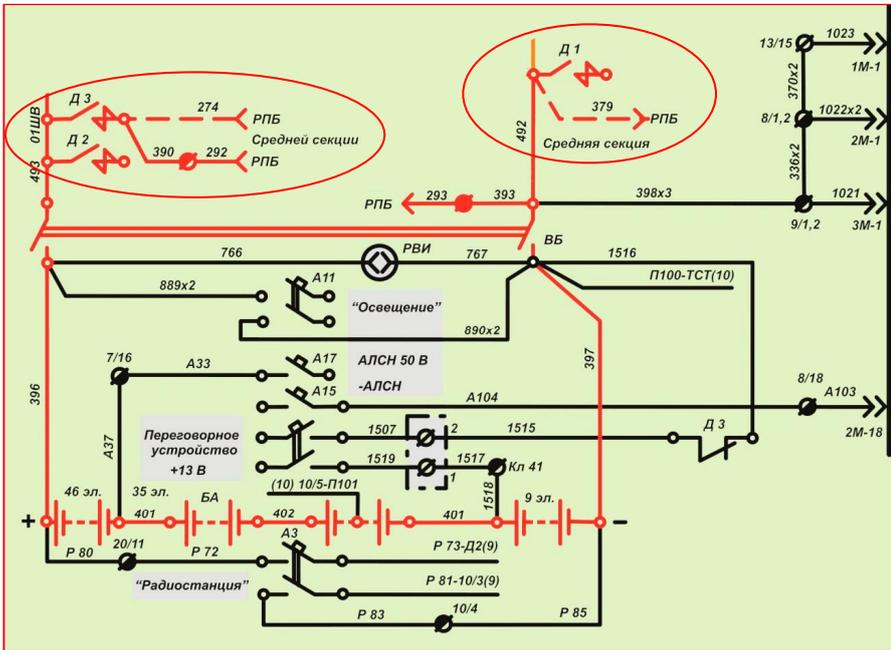
**ЗК в цепи катушки *РУ2*** обеспечивает ее питание, а следовательно, и катушек контакторов *КВ* и *ВВ* только при работающем дизеле. Снимает возбуждение *ТГ* при аварийной или случайной остановке дизеля при работе под нагрузкой.

**ЗК (228 - 230)** собирает цепь питания *ЭТ (БМ)* после включения реле *РДМ1*, шунтируя контакт *Д3*.

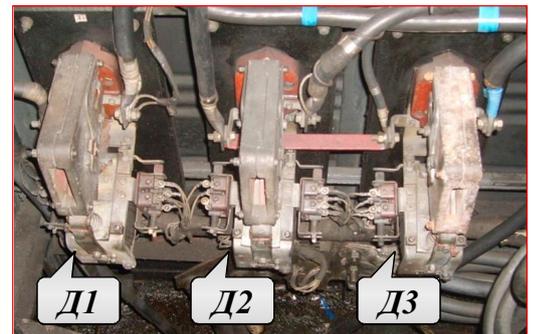


<http://locomotive.nethouse.ru/>  
[locotruck.ru](http://locotruck.ru)

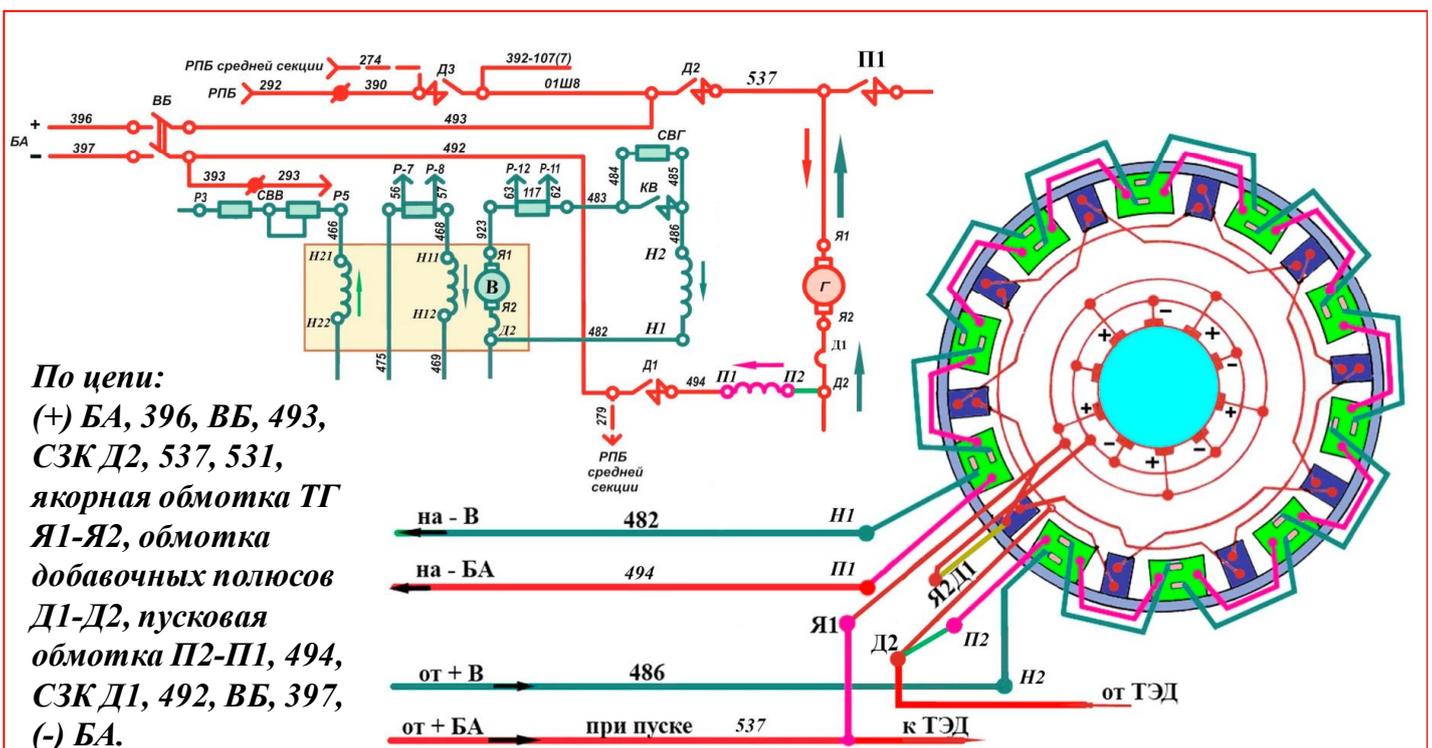
- **Цепь параллельного соединения аккумуляторных батарей при пуске дизеля. Силовая цепь запуска и ее включение.**
- После получения питания катушки контактора **ДЗ**, силовой контакт подключает параллельно **АБ** двух (трех) секций тепловоза, тем самым увеличивая емкость **БА** и облегчает запуск запускаемой секции тепловоза.



Максимальная сила тока разряда аккумуляторов при пуске тепловозных дизелей достигает **1500—2000 А**.

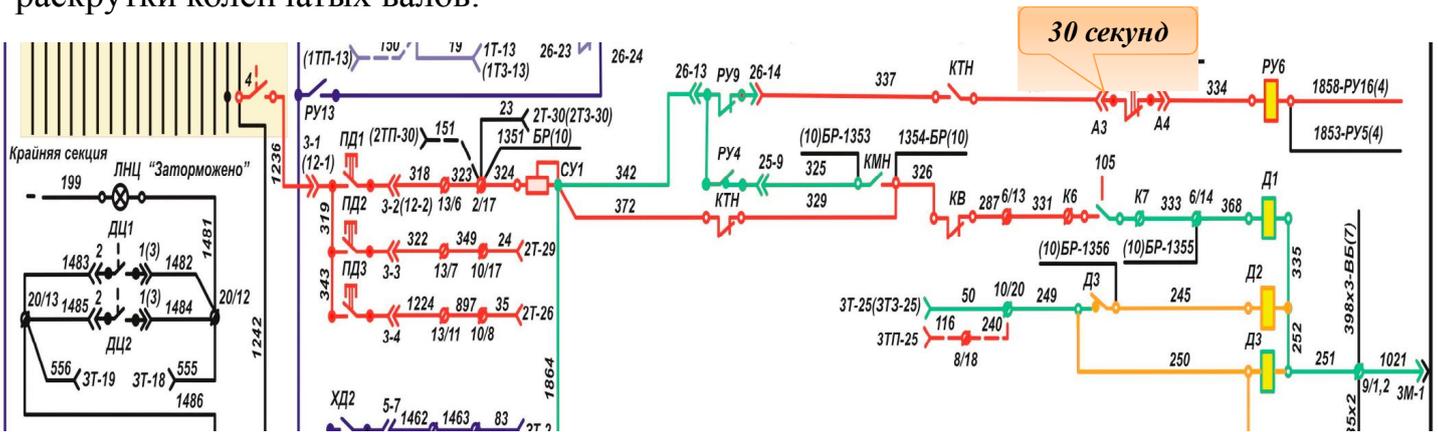


- **Работа ТГ в режиме электродвигателя. Защита аккумуляторной батареи от чрезмерной разрядки.**
- После замыкания пусковых контакторов **Д1** и **Д2**, аккумуляторная батарея будет возбуждать **ТГ**, через пусковую обмотку **П1 – П2**



**По цепи:**  
 (+) БА, 396, ВБ, 493,  
 СЗК Д2, 537, 531,  
 якорная обмотка ТГ  
 Я1-Я2, обмотка  
 дополнительных полюсов  
 Д1-Д2, пусковая  
 обмотка П2-П1, 494,  
 СЗК Д1, 492, ВБ, 397,  
 (-) БА.

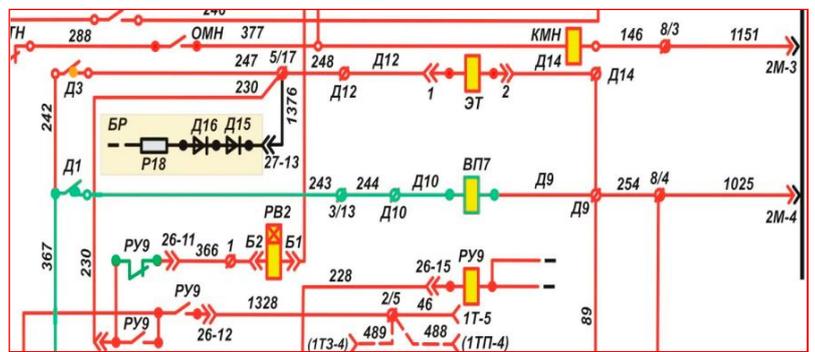
Если по какой-либо причине пуск дизеля не происходит, а **БА** подключена к **ТГ** и он работает в режиме электродвигателя, что бы предотвратить чрезмерный разряд **БА** в цепь пуска подключается катушка **РВ2**, которая служит для отключения пусковых контакторов, путем отключения от питания катушки **РУ6**, через **30 с** после начала раскрутки коленчатых валов.



Катушка **РВ2** получает питание, после замыкания вспомогательного контакта **Д3**.

**По цепи:**

(+) **А5**, пр. 314, зажим 5/15, 223, 7/10, 440, **СЗК КТН**, 236, 9/14, 918, 367, **ЗК Д3**, 247, 5/17, 230, **РК РУ9**, 366, катушка **РВ2**, 222, 8/1,2 (-) **БА**.



### Автоматическая система отключения пуска.

После отключения от питания катушки **РУ6**.

- **ЗК (200-345)** отключает катушку контактора **КМН**
- **ЗК (1865-1864)** разбирает цепь на катушку контактора **Д1**.
- **РК (1867-1868)** подготавливает цепь на катушку **РУ7**
- **РК (1291-1866)** собирает цепь на катушку **ВП9**, которое отключает **5 ТНВД** правого ряда.

После отключения от питания катушки **КМН**

- **ЗК КМН (216-341)** разбирает цепь на катушку **РВ1**.

После отключения от питания катушки **РВ1**.

- **ЗК (217-218)** отключает от питания катушку **РУ4**
- **ЗК (342-325)** отключает от питания катушку **Д1**
- **ЗК Д1 (241-246)** отключает катушки **Д3** и **Д2** на обеих секциях.
- **ЗК Д1 (367-243)** отключает катушку **ВП7**
- **РК Д1 и Д3 (918,919,917)** собирают цепь на **ОВ ВГ и БРН**

При работе дизеля на холостом ходу под питанием остаются электрические аппараты:

**КТН, МР5, РУ9, ЭТ, БРН**, а также подключаются электропневматические вентили **ВП6** и **ВП9** для отключения **15 ТНВД**.

## **Блокировочные контакты пуска дизеля**

- **РК КВ (326-287)** в цепи катушки контактора **Д1** исключает возможность включения пусковых в режиме тяги.
- **105 блокировка (К6 – К7)** исключает пуск дизеля при включенном валоповоротном механизме.
- **РК КТН (289 – 288)** исключает включение маслопрокачивающего насоса при работающем дизеле (включенном ТН).
- **РК РУ8 (442-1865)** в цепи **КТН** предотвращает пуск дизеля на позициях выше 1-ой КМ.
- **РК КМН (304-302)** исключает включение катушки **РУ4** от **КМ**, т.е. не дает изменить время работы маслопрокачивающего насоса.
- **РК РУ7 (442-338)** исключает включение катушки **КТН**, если в картере дизеля имеется давление.

**Остановка дизеля, проворот коленчатых валов дизеля после остановки. Пуск дизеля второй секции тепловоза и электрические цепи пуска.**

**Остановка дизеля производится выключением тумблера ТН1(2)**

Контакты тумблера разбирают минусовую цепь на катушку контактора **КТН**, а силовые контакты разбирают цепь на электродвигатель **ТН**, а также на катушку **РУ9** и **ЭТ**.

**Проворот коленчатых валов дизеля**

Необходимо включить **А13 «Управление»** и нажать на кнопку «**Пуск дизеля**», где тумблер «**топливный насос**» должен быть выключен.

**При нажатии кнопки ПД1** через **РК КТН (372-329)** собирается цепь на катушку пускового контактора **Д1**.

**По цепи:**

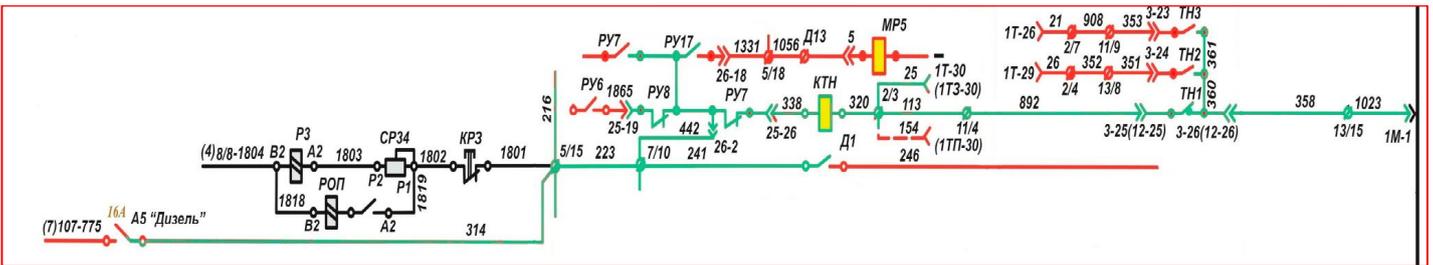
- **(+) П1/2, 346, А13, 1232, БУ (блокировочное устройство), 1231, контакты реверсивного барабана КМ (в положении В или Н), 1242, 4-й контактный палец КМ, замкнутый на нулевой позиции, 1236, контакты кнопки ПД1, 318, 13/6, 323, 9/17, 324, СУ1 (уравнительный резистор), 372, РК КТН, 329, 326, РК КВ К6, 105, К7, 333, 6/14, 368, катушка Д1(где вспомогательные контакты Д1 подключают Д3, а после Д3 подключают Д2).**

**ТГ** подключается к **АБ** и начинается проворот вала дизеля, но запуска не произойдет, <sup>20</sup> потому что вентиль **ВП7, ЭТ** не получают питание т.к. **ЗК КТН (440-236)** разомкнут.

## Пуск ведомых секций

На обеих секциях включить

- **ВБ, А5, А4, А13** на ведущей секции.
- Включить **ТН2** собирается минусовая цепь катушки контактора **КТН** на вторую секцию



### Цепь КТН:

Катушка **КТН**, 320, 2/3, 25, МТС, 28, 352, 13/8, 351, контакты тумблера **ТН2** ведущей секции и на общий минус **13/13**.

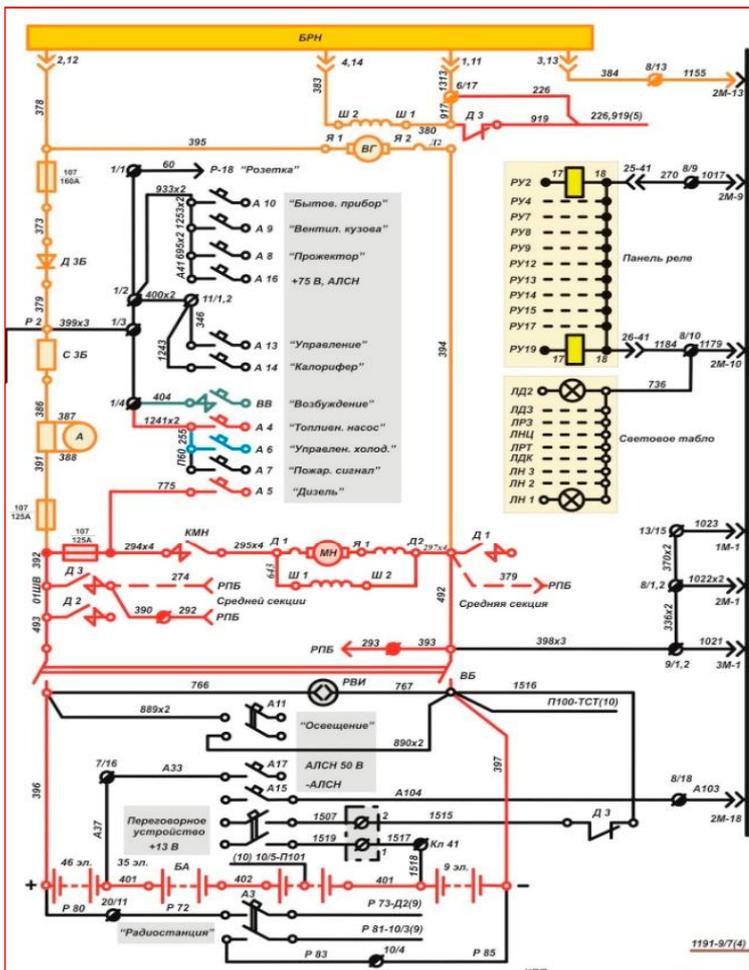
При нажатии кнопки **ПД2** первоначально схема собирается от **А13** ведущей секции

### Цепь РУ6:

(+) **11/2, 346, А13, 1232, БУ (блокировочное устройство), 1231, контакты реверсивного барабана КМ (в положении В или Н), 1242, 4-й контактный палец КМ, замкнутый на нулевой позиции, 1236, 319, контакты кнопки ПД2, 322, 13/7, 349, 10/17, 24, МТС, 23, 9/17, 324, СУ1 (уравнительный резистор), 342, РК РУ9, 337, ЗК КТН, 327, РК РВ2, 334, катушка РУ6, 1858, 381, 8/19, 1176, (-) БА.**

После получения питания катушки **РУ6**, схема будет питаться от своей **АБ** (секции).

## Электрические цепи питания обмотки возбуждения вспомогательного генератора ВГ.



Электрическая цепь зарядки аккумуляторной батареи, контроль зарядки аккумуляторной батареи.

Когда напряжение **ВГ** превысит напряжение **БА**, через диод **ДЗБ** начинается заряд батареи и питаются все цепи управления тепловоза.

### По цепи:

(+) **ВГ**, провод **395**, предохранитель на **160А**, провод **373**, диод **ДЗБ**, провод **379**, резистор **СЗБ**, провод **386**, шунт **103**, провод **391**, предохранитель на **125 А**, провода **392**, шина **01ШВ**, **493**, нож рубильника **ВБ**, кабель **396**, плюс **БА**, **46** последовательно соединенных аккумуляторов.

• Минусы **БА** и **ВГ** соединены через кабель **394**, нож рубильника **ВБ** и кабель **397**.

- Чтобы не перегрузить генератор **ВГ** во время пуска дизеля (работающей секции), блокировочные контакты контакторов **Д1 (918-919 отключает БРН)** и **Д3 (380-919 отключает обмотку возбуждения)** в цепи возбуждения **ВГ** размыкаются.

- Для контроля тока заряда предусмотрен амперметр **А с шунтом 103**
- Ток заряда должен быть **равен 20 – 25А** (при отключенном освещении тепловоза) для зимнего и летнего периода, который регулируют изменением сопротивления **СЗБ**.



Чтобы ограничить ток заряда батареи, используется резистор **СЗБ (386-379)** сопротивлением **0,085—0,17 Ом**. (установлен в правой **ВВК**).



**Резистор (СЗБ)** введен в цепь заряда для уменьшения скачков тока при подключении **ВГ** на разряженную **БА**.

При этом большой зарядный ток создает значительное падение напряжения на резисторе и тем самым уменьшает напряжение, подводимое к батарее.

По мере заряда ток уменьшается, следовательно, падение напряжения на **СЗБ** также снижается, а напряжение, подводимое к батарее, увеличивается. Такое перераспределение напряжения улучшает условия заряда аккумуляторной батареи.

**Кремниевый** - Диод заряда батареи **ДЗБ** служит для отделения цепи якоря **ВГ** от **БА**.

Диод имеет воздушное охлаждение, устанавливают на воздушный трубопровод охлаждения **ТГ**, где радиатор находится внутри трубопровода.

При снижении напряжения **ВГ** ниже напряжения **БА** диод не допустит ее разряда на цепь **ВГ**.



Диод рассчитан на ток продолжительного режима **200А** при температуре **40С**.



С целью защиты диода от перегрузки на панели **107** имеются два предохранителя на **160А** и **125 А**.

<http://locomotive.nethouse.ru/>  
[locotruck.ru](http://locotruck.ru)

## Назначение, устройство и действие регулятора напряжения.

- Для питания цепей управления, вспомогательных и освещения на тепловозах при работающем дизеле и для зарядки батареи **БА** применяется вспомогательный генератор **ВГ** с регулятором напряжения **БРН**.
- Номинальное напряжение **ВГ** —  $75 \pm 1$  В, напряжение батареи **БА** — 57,5 В.
- **БА** и **ВГ** подключены параллельно друг другу.

### Бесконтактный регулятор напряжения типа **БРН-3В**.

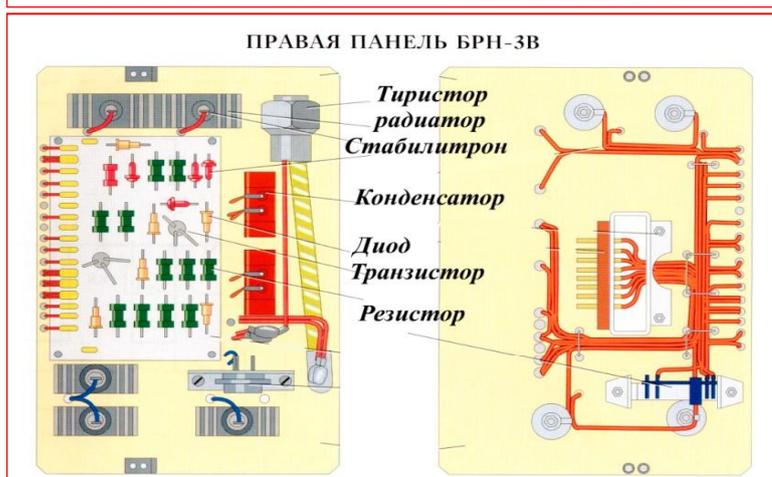
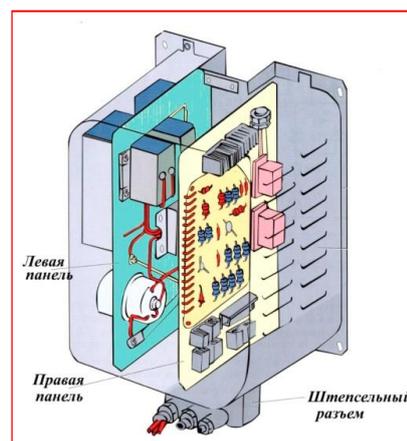
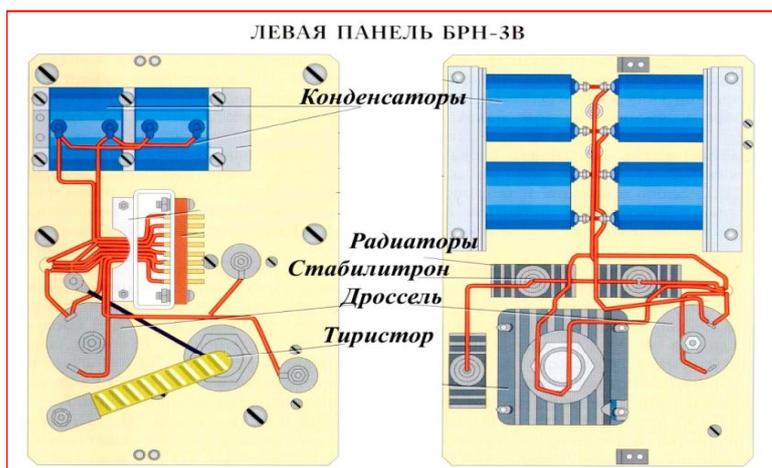
Тиристорный или транзисторный - независимо от принципа действия постоянное напряжение поддерживается тем, что регулятором устанавливается необходимое значение тока в цепи обмотки возбуждения **ВГ**.



Блочной конструкции закрыт металлическим кожухом с вентиляционными отверстиями.

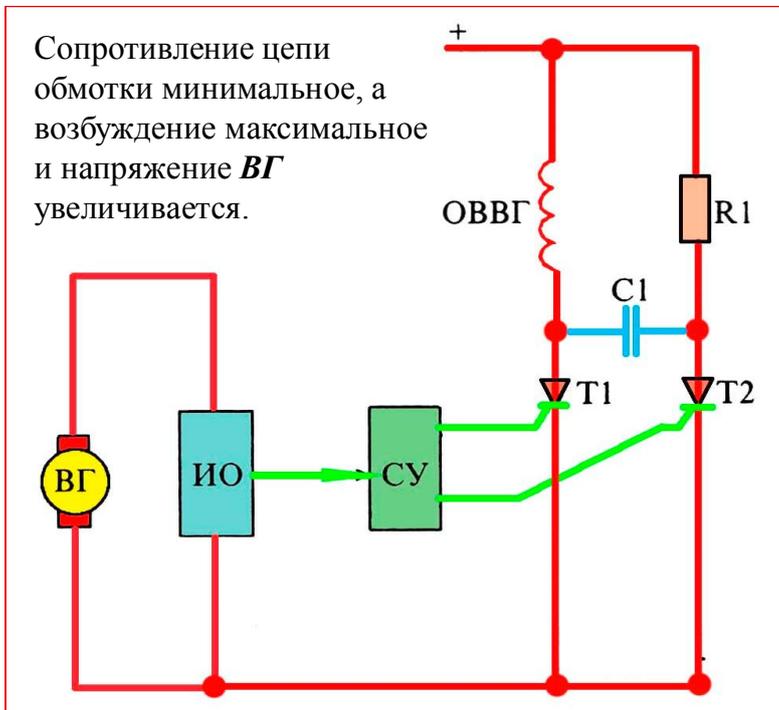
Имеется потенциометр для коррекции напряжения (закрыт круглой крышкой).

На левой панели установлены силовые элементы: тиристор, конденсаторы, диоды, дроссели



На правой панели элементы измерительного органа (на печатной плате): транзистор, стабилизатор, сопротивление, конденсаторы, диоды.

Сопротивление цепи обмотки минимальное, а возбуждение максимальное и напряжение  $VГ$  увеличивается.

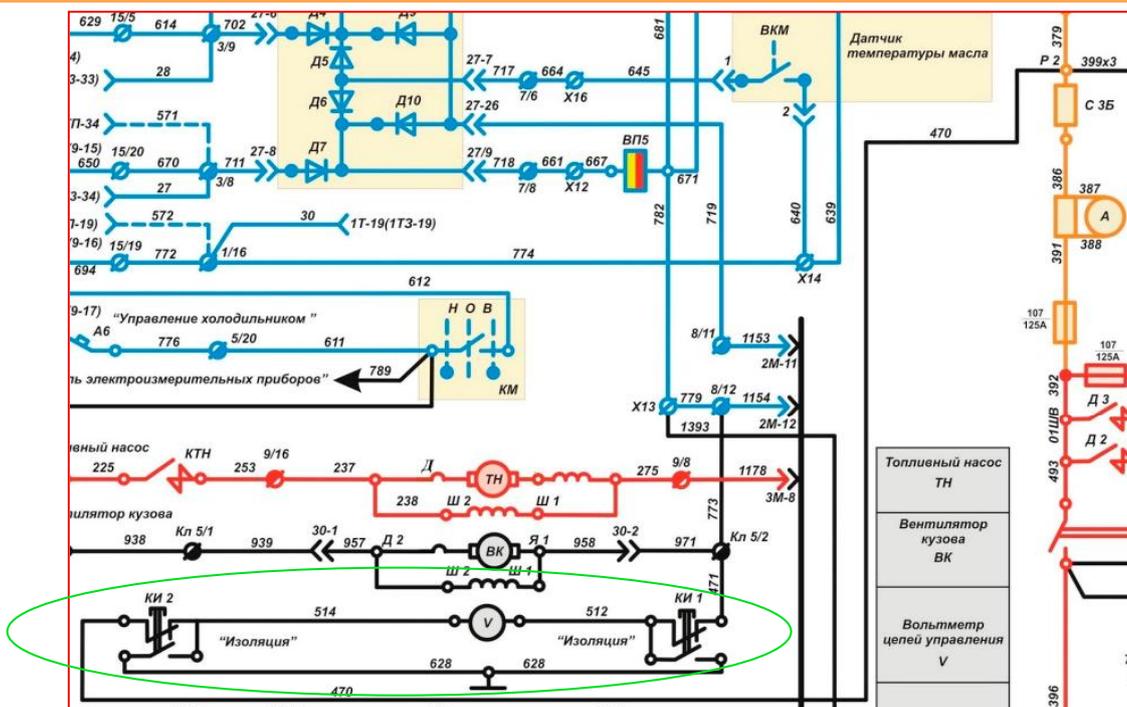


- **Измерительный орган (ИО)** предназначен для измерения отклонения напряжения  $VГ$  выше установленного значения.
- **Регулирующий орган** – для регулирования длительности протекания тока в обмотке возбуждения  $VГ$  в зависимости от величины напряжения.

После запуска дизеля напряжение  $VГ$  регулируется изменением среднего значения тока возбуждения, которое зависит от времени включенного состояния тиристора  $T1$  в течение периода колебательного процесса.

С уменьшением частоты вращения  $VГ$  продолжительность включенного состояния тиристора  $T2$  увеличивается, с повышением частоты вращения – уменьшается.

Для контроля напряжения и сопротивления изоляции вспомогательных цепей применяют — вольтметр  $V$  с кнопками  $КИ1$  и  $КИ2$ .



**Контроль заземления в цепях управления.**

С плюсовой стороны участки цепи разделяются автоматическими выключателями и тумблерами. С минусовой стороны все участки схемы подключены к штырям колодок  $1М, 2М, 3М$ .

При нажатии на кнопку **КИ2 «заземление в цепи (+)»** собирается следующая цепь. (+) **БА** до места заземления и по корпусу тепловоза по проводу **628**, контакты кнопки **КИ2, 514 на вольтметр V, 512 контакты кнопки КИ1, 471, 8/12 (-) БА.**

При нажатии на кнопку **КИ1 «заземление в цепи (-)»** собирается следующая цепь. (+) **БА** через зажим **1/3, 470**, контакты кнопки **КИ2, 514**, вольтметр **V, 512**, контакты кнопки **КИ1, 628**, по корпусу тепловоза до места заземления и на **(-) БА.**



Сначала определяем напряжение по вольтметру при отпущенных кнопках, после в плюсе и в минусе. Состояние изоляции определяют по сопротивлению, которое между корпусом и силовой цепью должно быть не менее **0,5 МОм**, Между корпусом и вспомогательной цепью – **0,25 МОм** Между вспомогательной и силовыми цепями – **0,5 МОм**

#### Допустимые и предельные нормы сопротивления изоляции

Цепи тепловоза	Сопротивление изоляции, МОм	
	Допустимое после ремонта	Предельное в эксплуатации
Высоковольтная цепь относительно низковольтной	1,5	0,75
Высоковольтная цепь относительно корпуса	1,0	0,5
Цепь возбуждения ТГ относительно корпуса		
Низковольтная цепь относительно корпуса	0,5	0,25
Аккумуляторная батарея относительно корпуса		

## Электрические цепи управления дизелем.

### Особенности управления регуляторами числа оборотов.

Каждой позиции **КМ** соответствует определенная частота вращения вала дизеля, которая задается электрогидравлическим механизмом, воздействующим на регулятор частоты вращения дизеля.

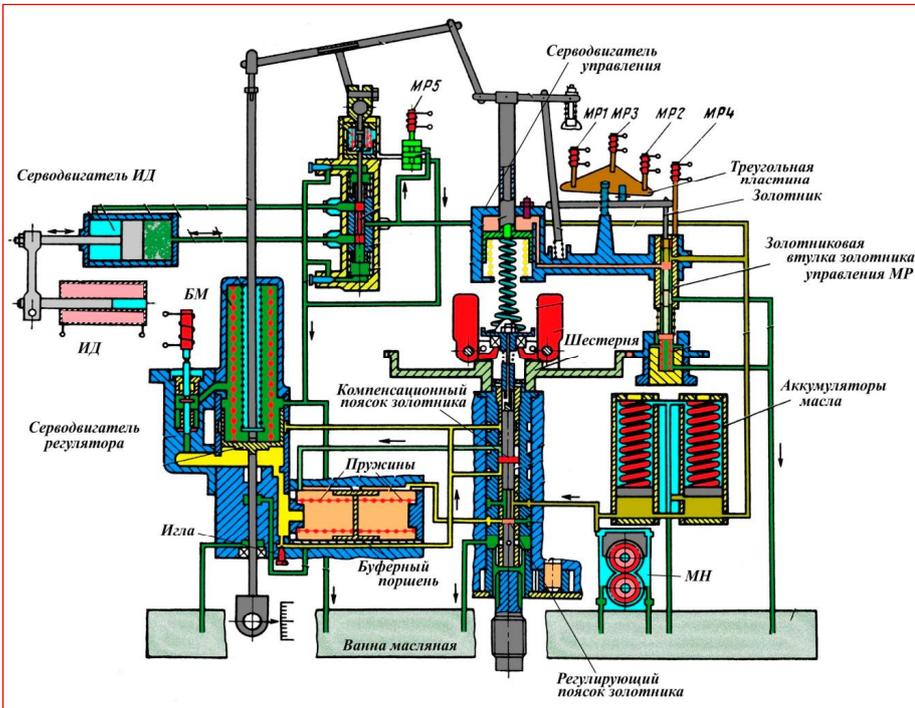
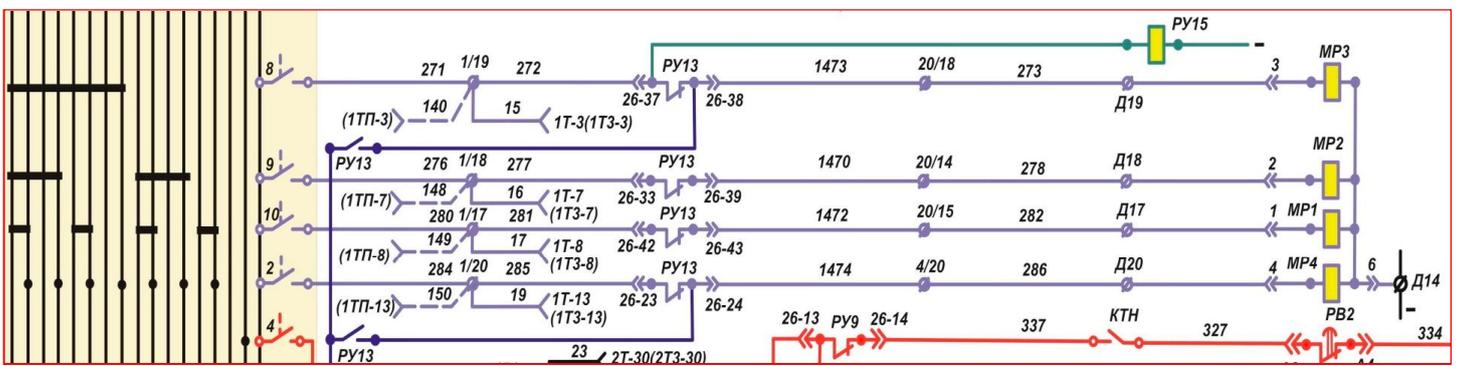
Позиция контроллера	Частота вращения валов дизеля, об/мин*	Электромагниты			
		MP1	MP2	MP3	MP4
0	400/270	—	—	—	—
1	400/270	—	—	—	—
2	430/310	+	—	—	+
3	465/350	+	—	—	—
4	495/390	—	+	—	+
5	530/435	—	+	—	—
6	560/475	+	+	—	+
7	590/520	+	+	—	—
8	625/560	—	—	+	+
9	660/600	—	—	+	—
10	690/645	+	—	+	+
11	720/690	+	—	+	—
12	755/725	—	+	+	+
13	785/770	—	+	+	—
14	820/810	+	+	+	+
15	850/850	+	+	+	—

Электромагниты срабатывают в соответствии с разверткой контроллера. Электромагнит **MP1** включается на **2, 3, 6, 7, 10, 11, 14 и 15-й** позициях **КМ**.

#### Цепь катушки MP1:

(+) **11/2**, провод **346, А13, 332, 1232**, блокировка **БУ**, контакты реверсивного барабана **КМ, 1242**, замыкающий **10** палец главного барабана **КМ, 280, 1/17, 281, РК РУ13, 1472, 20/15, 282, Д17**, катушка электромагнита **MP1 (-) ВГ**.

\* В числителе — для тепловозов типа ТЭ10М, в знаменателе — типа ТЭ10У.  
Примечание. «+» — электромагнит включен, «-» — отключен



Для изменение частоты вращения вала дизеля без приведения тепловоза в движение, необходимо предварительно выключить тумблер «Управление тепловозом» УТ.

После каждого включения МР обороты коленчатого вала увеличиваются:  
 МР1 + 65 об/мин  
 МР2 + 130 об/мин  
 МР3 + 260 об/мин  
 МР4 – 35 об/мин

### Электрические цепи приведения тепловоза в движение.

**Подготовка тепловоза к троганию с места, необходимые включения.**

- Включить тумблер ОМ1-ОМ6
- Режимный переключатель АР в положение «Нормально».
- А13 Управление, А20 Подвозбудитель
- перевести рукоятку реверсивного барабана в одно из рабочих положений «Вперед» или «Назад».
- ЭПК-150, БУ367
- Тумблер УТ (управление тепловозом)
- Набрать 1-ю позицию КМ.

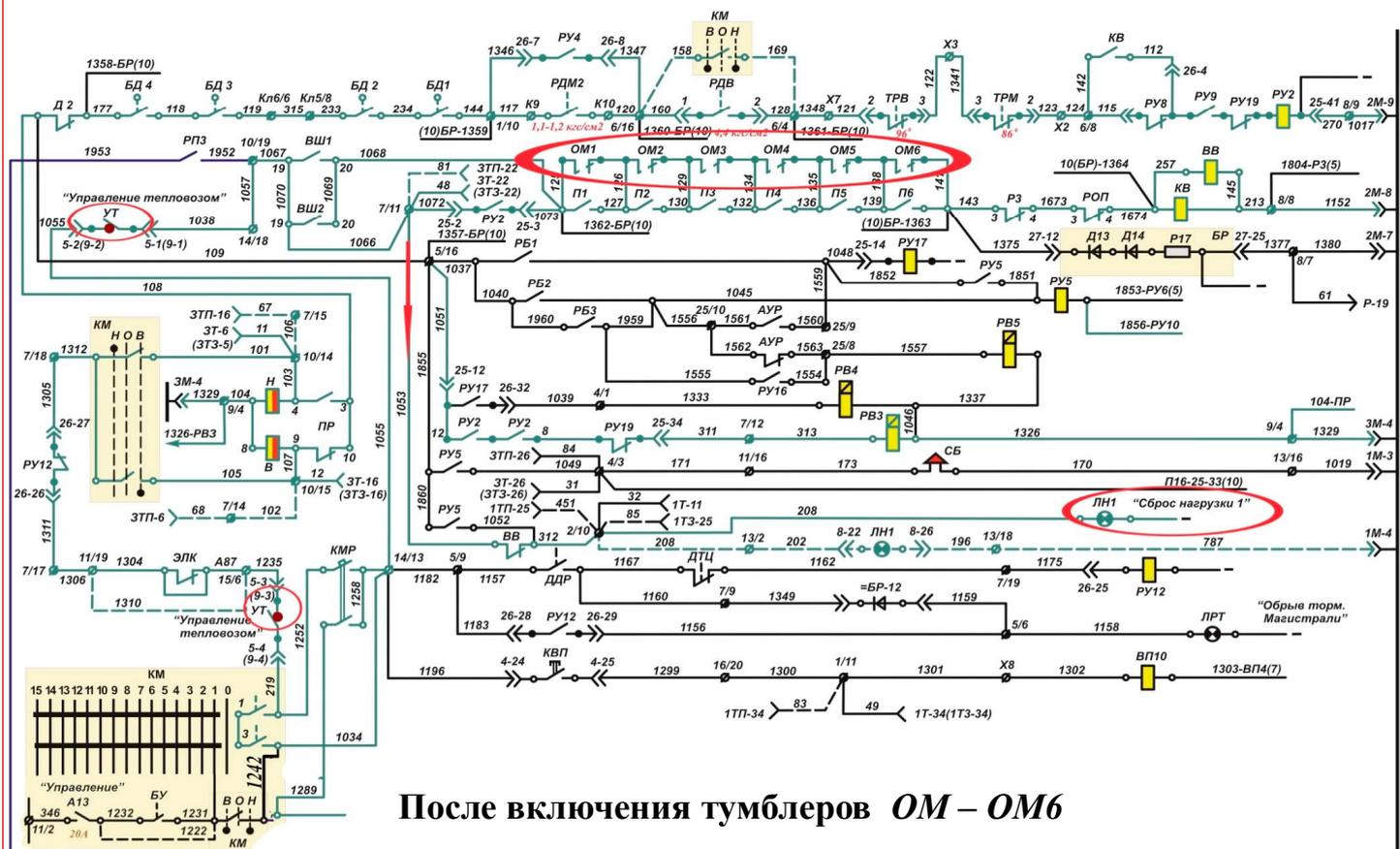
После включения тумблера УТ

Контакты УТ (1055-1038) подготовят цепь на катушки КВ и ВВ, а также собирают цепь на лампу сброс нагрузки ЛН1.

По цепи:

А13, 1232, БУ, 1231, контакты реверсивного барабана КМ, 1242, 1034, 14/13, 1055, контакты тумблера УТ, 1038, 14/18, 1057, 10/19, 1067, 1070, 1066, 7/11, 1033, РК ВВ, 312, 2/10, 208, ЛН1, (-) ВГ.

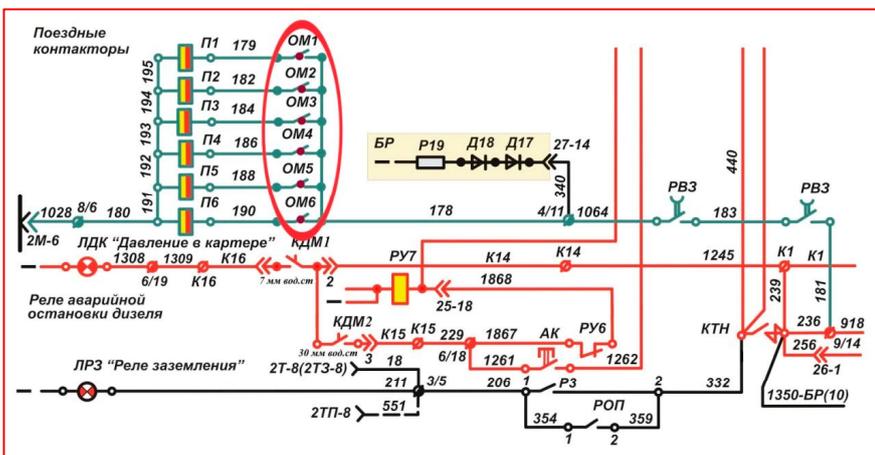
УТ (219-1235) подготовит цепь на электропневматические вентили привода реверсора В или Н.



После включения тумблеров *ОМ – ОМ6*

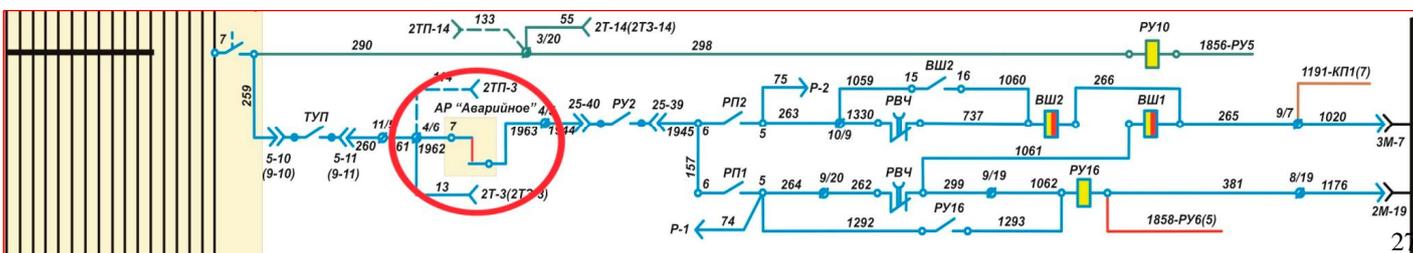
*РК (125 – 141)* разбирают цепь на катушки контакторов *КВ* и *ВВ*, где цепь будет собираться через ЗК *П1 – П6*.

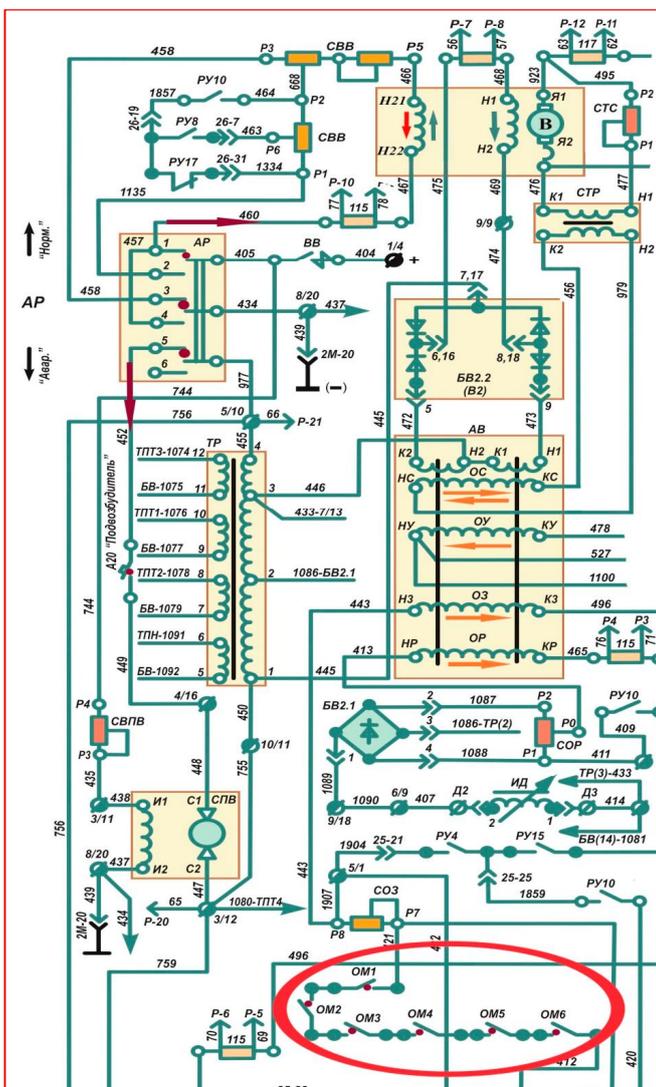
При отключении одного из *ТЭД* тумблером *ОМ*, цепь на катушки контакторов *КВ* и *ВВ* будет сохраняться.



- ЗК (178, 179 – 190) подготавливают цепь на катушки электропневматических вентилях привода контакторов *П1 - П6*

*ЗК (421-412)* в цепи *ОЗ* дополнительно вводят резистор *СОЗ* в цепь питания задающей обмотки для уменьшения возбуждения - при отключении *ТЭД* с 4-й позиции *КМ*.





- Контакты режимного переключателя *AP* в положении «нормально» подготавливают цепь:
- Через контакты 1 – 3 на размагничивающую обмотку *B* (*H21-H22*)
- Через 5 контакт и *A20* на якорную обмотку *СПВ*
- Через 7 контакт на групповые контакторы *ВШ1, ВШ2*

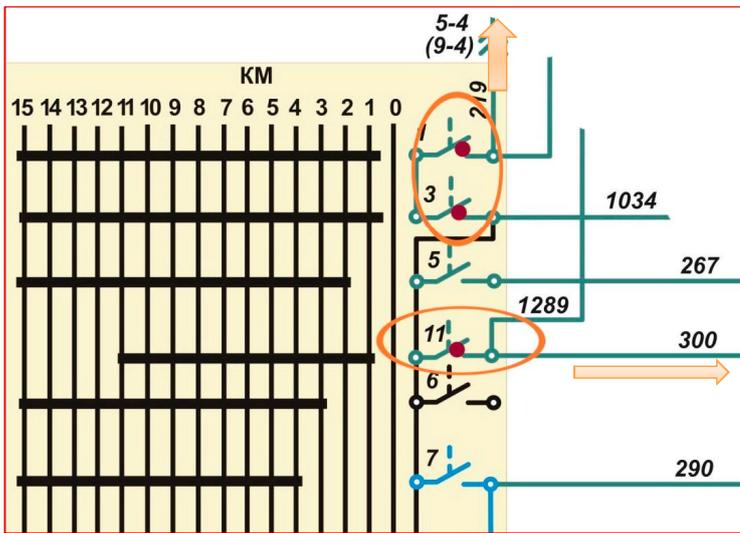
**Электрические цепи приведения тепловоза в движение на первой позиции КМ и при нажатии кнопки КМР.**

Последовательность получения питания электрических аппаратов.

- *РУ4, РУ2, РВ3, П1-П6, КВ, ВВ.*

Назначение электрических аппаратов участвующих в приведении тепловоза.

- *РУ4* – ограничивает нагрузку дизеля с 12 позиции КМ при понижении давления масла в верхнем масляном коллекторе ниже 1,1-1,2 кг/см<sup>2</sup>, а также обеспечивает плавное увеличение мощности.
- *РУ2* – промежуточное реле, которое обеспечивает защиту, при нарушении нормальной работы дизеля и схемы движения тепловоза.
- *РВ3* – обеспечивает выдержку времени, т.е. сохраняет цепь питания на электропневматические вентили привода поездных контакторов П1 – П6 в течении 1,5 секунды, после отключения *КВ* и *ВВ* с целью уменьшения подгара силовых контактов.
- *П1-П6* – подключают ТЭД к ТГ
- *КВ* – подключает независимую обмотку возбуждения ТГ (*H1-H2*) к *B*.
- *ВВ* – подключает независимую обмотку возбуждения СПВ (*И1-И2*) к *ВГ*.



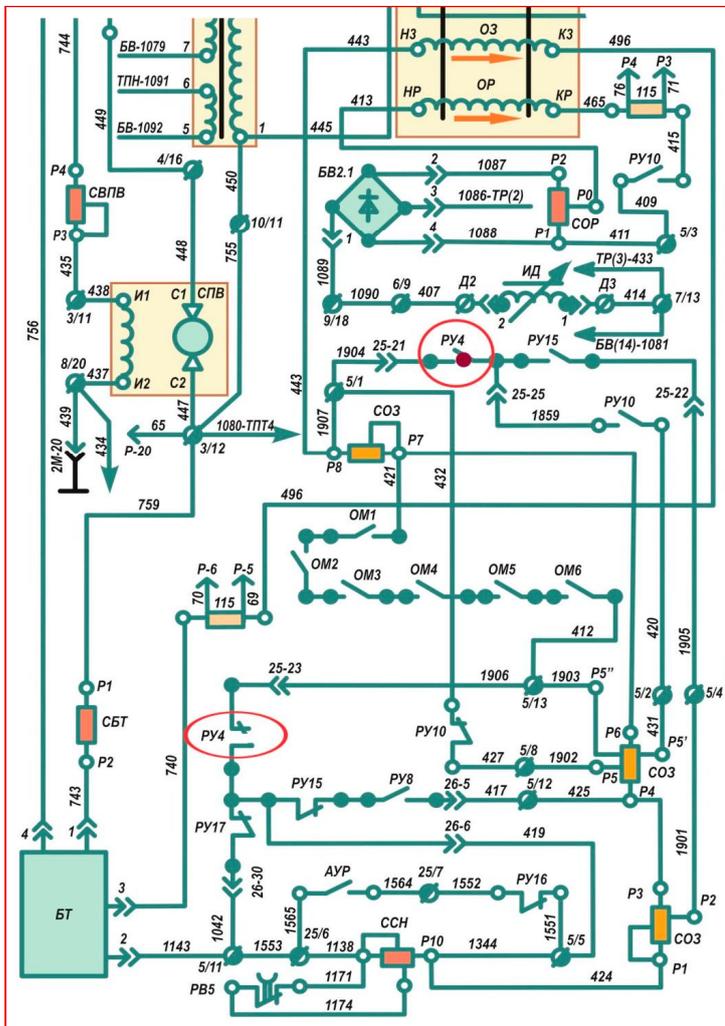
На 1 – позиции замыкаются контакты главного барабана КМ - 1, 3 и 11.

- 1 и 3й контакты собирают цепь на катушки электропневматических вентилях привода реверсора «В» или «Н», РУ2, РВ3.

По цепи:

- А13, 1232, БУ, 1231, контакты реверсивного барабана КМ, 1242, 1и 3 -й пальцы КМ, 219, УТ, 1235, 15/6, ЭПК, 1304, 11/19, 1306, 7/17, 1311, РК РУ12, 1305, 7/16, 1312, контакты КМ, 105 (101), 10/15 (10/14), 107 (103), катушка вентиля «В» (Н), 104, 9/4, 1329, (-).
- 11 – й контакт собирает цепь на катушку РУ4 по проводу 300, 3/6, 304, РК КМН, 302, катушка РУ4 (-)

<http://locomotive.nethouse.ru/>  
[locotruck.ru](http://locotruck.ru)



После получения питания катушки РУ4

- 3К (342 - 325) – в цепи движения тепловоза не участвует, только при пуске дизеля.
- 3К (1346 - 1347) - подготавливает цепь на катушку РУ2 с 1-й по 11-ю позиции КМ параллельно контактам РДМ2.
- 3К и РК в цепи ОЗ (обмотки задающей) вводят в ее цепь сопротивления СОЗ для плавного увеличения мощности в цепи движения тепловоза.

После получения питания катушки привода реверсора (В), вентиль перепускает воздух и разворачивает реверсор в положение «Вперед» (если реверсор находится в положении «Назад».

- Силовые контакты реверсора **ПР** в цепи обмоток последовательного возбуждения **ТЭД** подготавливают цепь в требуемое направление.

### Вспомогательные контакты реверсора **ПР**

- **1 - 2** в цепи вентилях песочницы вперед, *подготавливает цепь на катушки **КП1,2***
- **12 - 11** назад **КЗ1,2**
- **9 - 10** на ведущей и **3-4** на ведомой секции собирает цепь на катушку **РУ2** через блокировочные контакты **БД1-БД4, РДВ, ТРВ, ТРМ**.

*Цепь на катушку **РУ2**.*

*По цепи:*

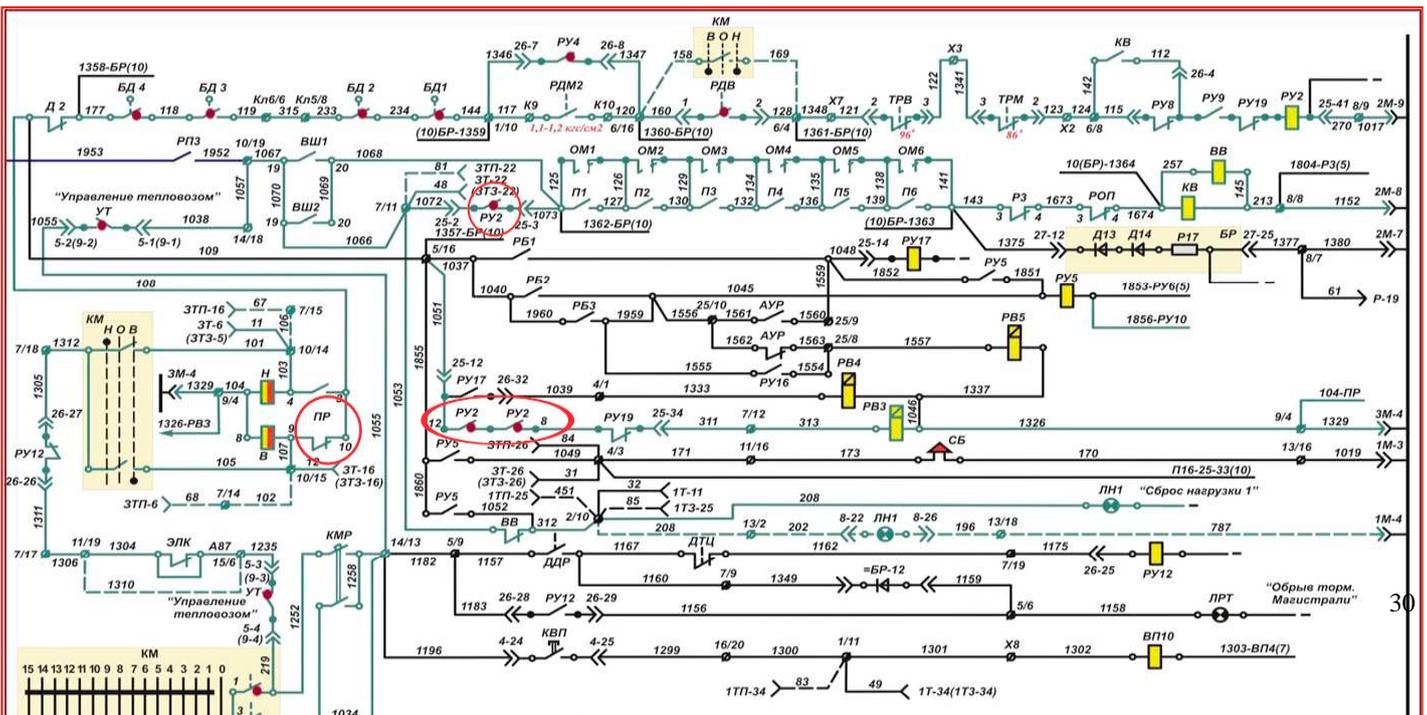
*От **А13, 1232, БУ, 1231, контакты реверсивного барабана **КМ**, 1242, 1и 3 контакты главного барабана **КМ**, 219, контакты тумблера **УТ**, 1235, 15/6, ЭПК, 1304, 11/19, 1306, 7/17, 1311, РК **РУ12**, 1305, 7/16, контакты реверсивного барабана **КМ**, 105, 10/15, 107, вспомогательные контакты реверсора **ПР**, 108, РК **Д2**, 177, блокировки дверей **ВВК** **БД4**, 3, 2, 1, 144, 1/10, 1346, ЗК **РУ4**, 1347, 6/16, **РДВ** (включение 4,3-4,8), 128, 6/4, 1348, **ТРВ** (65-85), **ТРМ** (60-80 градусов), 124, 6/8, 115, РК **РУ8**, ЗК **РУ9**, РК **РУ19**, катушка **РУ2**, 270, 8/9, 1017, (-) **ВГ**.***

*После получения питания катушки **РУ2***

- **ЗК(1072 -1073)** подготавливает цепь питания на катушки **КВ** и **ВВ**;

*По цепи:*

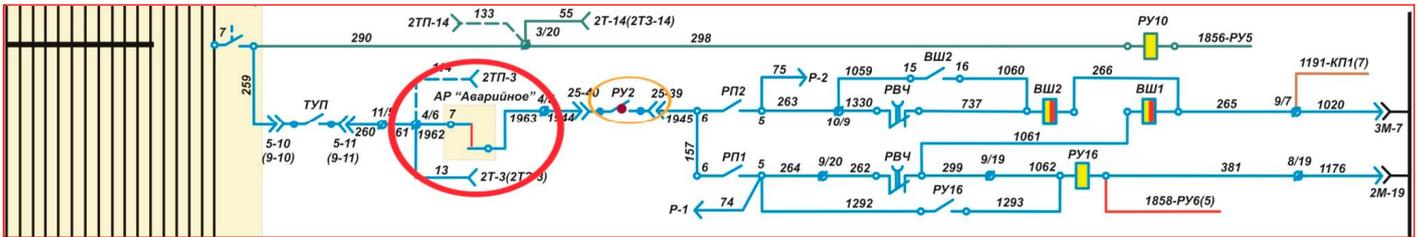
- *От **А13, 1232, БУ, 1231, контакты реверсивного барабана **КМ**, 1242, 1034, 14/13, 1055, контакты тумблера **УТ**, 1038, 14/18, 1057, 10/19, 1067, 1070, 1066, 7/11, 1072, ЗК **РУ2**, 1073.***
- *Два последовательных ЗК **РУ2** (1051- РК **РУ19**) собирают цепь на катушку **РВ3**.*



**По цепи:**

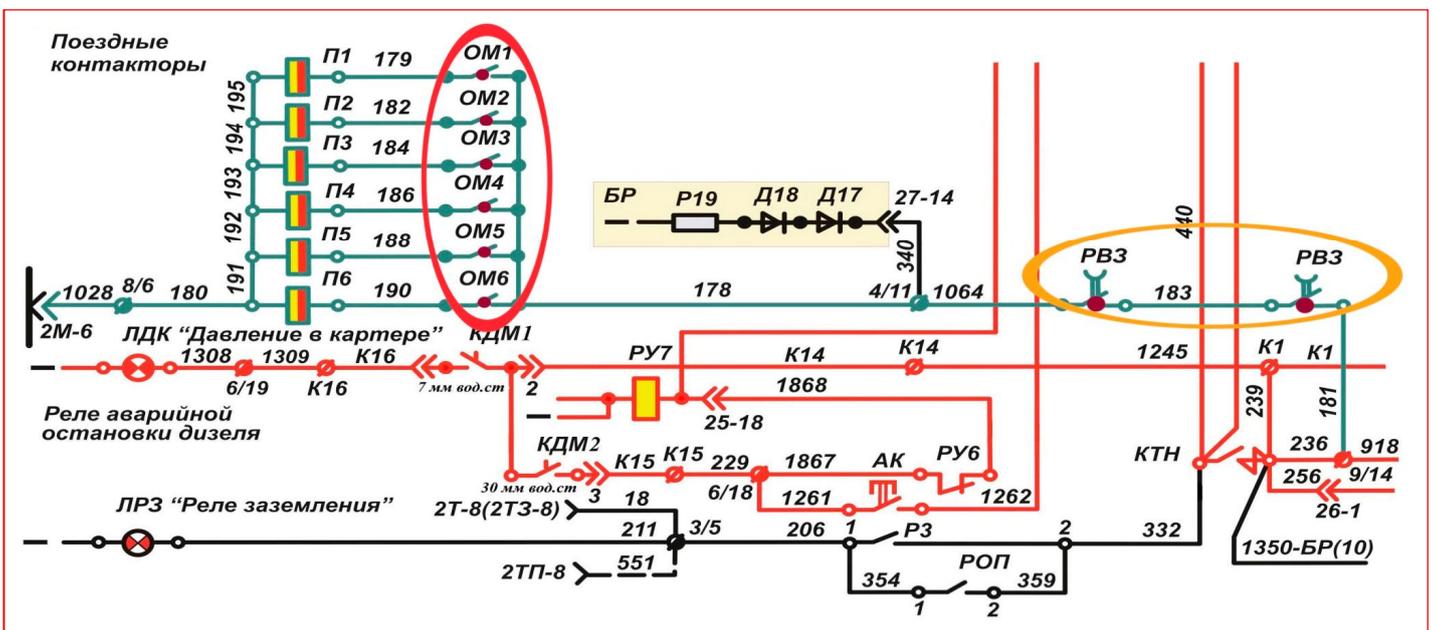
**От А13, 1232, БУ, 1231, контакты реверсивного барабана КМ, 1242, 1и 3 контакты главного барабана КМ, 219, контакты тумблера УТ, 1235, 15/6, ЭПК, 1304, 11/19, 1306, 7/17, 1311, РК РУ12, 1305, 7/16, контакты реверсивного барабана КМ, 105, 10/15, 107, вспомогательные контакты реверсора ПР, 108, 109, 5/16, 1051, 3К РУ2, РК РУ19, 311, 7/12, 313, катушка РВ3, 1326, 9/4, 1329, (-) ВГ.**

**3К (1945-1944) подготавливает цепь питания на вентили привода ВШ1 и ВШ2.**



После получения питания катушки РВ3 подключает катушки поездных контакторов, Где отключение происходит с задержкой времени (1,5 с) после снятия возбуждения с возбудителя и ТГ, тем самым исключает подгар силовых контактов.

Реле имеет два последовательно соединенных 3К (181-1064) в цепи катушек привода контакторов П1 - П6 с выдержкой времени на размыкания 1,3 - 1,5 с.



**По цепи:**

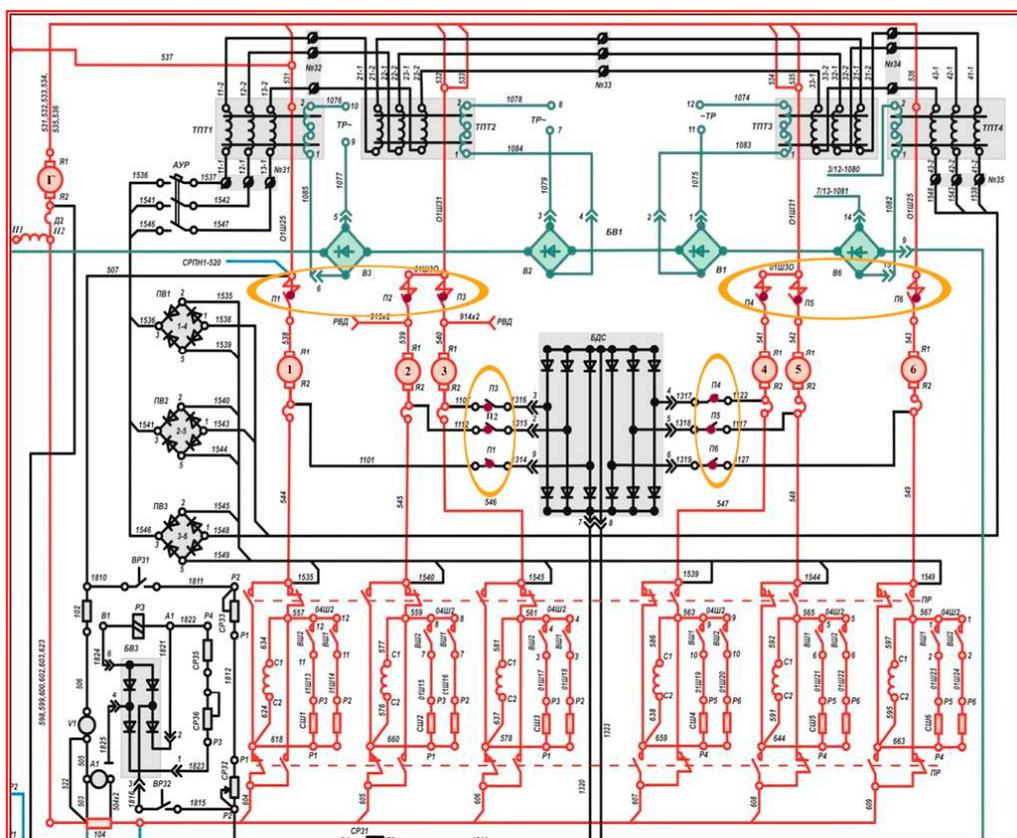
**От А5, провода 314, 5/15, 223, 7/10, 440, СЗК КТН, 236, 9/14, 181, 2 3К РВ3, провода 1064, 4/11, 178, контакты тумблеров ОМ1—ОМ6, катушки П1—П6, 180, 8/8, 1028, (-) ВГ.**

<http://locomotive.nethouse.ru/>  
[locotruck.ru](http://locotruck.ru)

После получения питания катушек П1 – П6.

СЗК П1-П6 подключают ТЭД к ТГ.

создают цепи питания якорей и обмоток возбуждения тяговых двигателей во время движения.

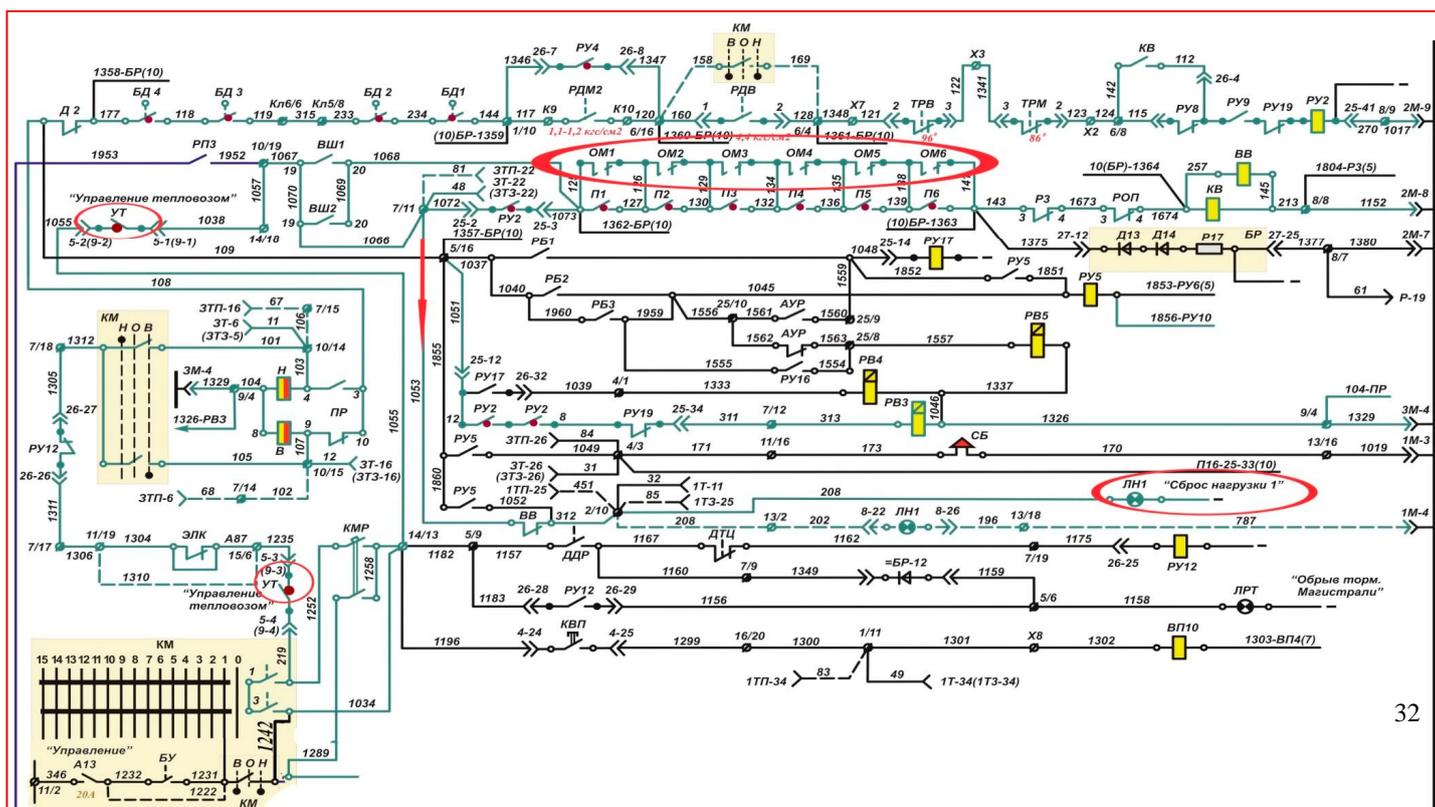


Вспомогательные контакты П1 – П6 ЗК(1101-1314) подключают РБ через БДС (блок диодов сравнения) к ТЭД.

ЗК (1073-143) собирают цепь на катушки КВ и ВВ.

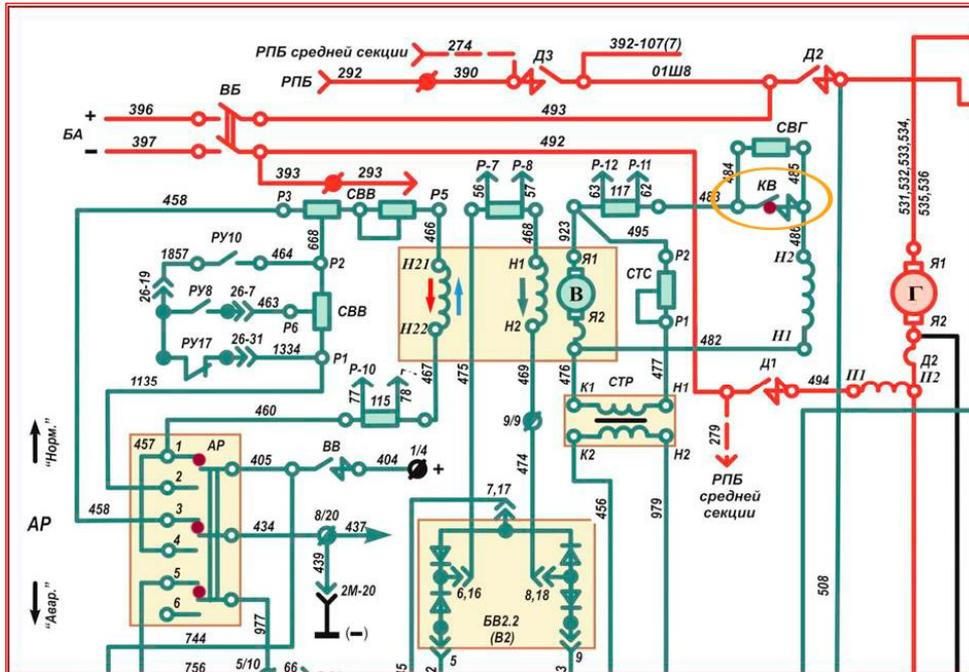
Цепь на КВ и ВВ:

От А13, 1232, БУ, 1231, контакты реверсивного барабана КМ, 1242, 1034, 14/13, 1055, контакты тумблера УТ, 1038, 14/18, 1057, 10/19, 1067, 1070, 1066, 7/11, 1072, ЗК РУ2, 1073, ЗК П1-П6, 143, РК Р3, 1673, РОП, 1674, катушки КВ и ВВ, 213, 8,8, 1152, (-) ВГ.



## После получения питания катушки КВ

СЗК (483-486) подключает независимую обмотку ТГ к возбудителю.



По цепи:

(+) В, 923, шунт 117, 483, СЗК КВ, 486, Н2 – Н1, 482, Д2-Д1, (-) В.

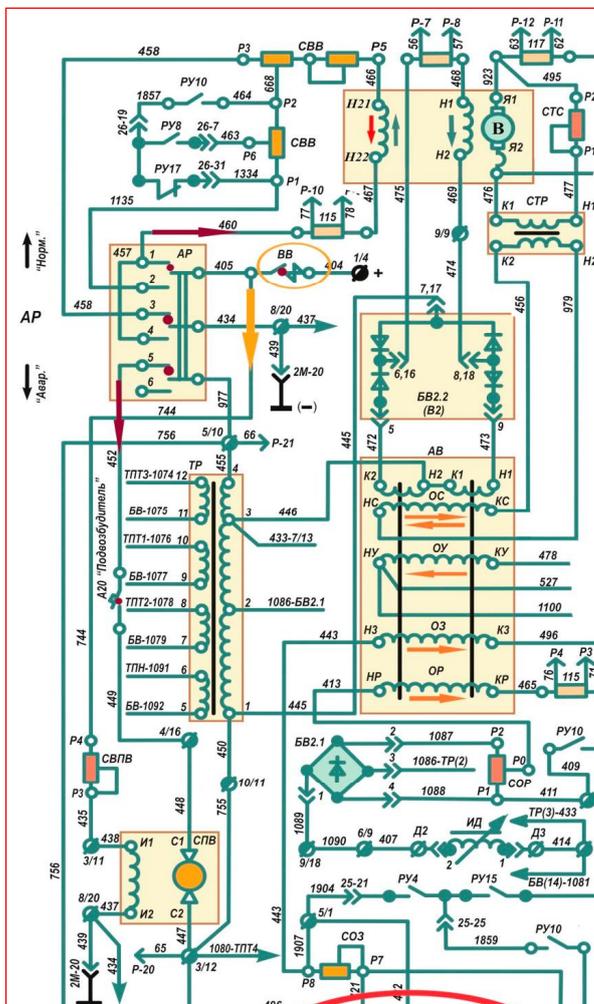
Вспомогательные контакты КВ

РК (326 - 287) не позволяет включать пусковой контактор Д1 во время тягового режима.

ЗК (142 - 112) шунтирует РК РУ8 (блокировка второй позиции).

Такая взаимосвязь блокировочных контактов РУ8 и КВ позволяет включиться контакторам КВ и ВВ только на 1-й позиции КМ, после включения РУ2 и предотвращает включение нагрузки выше первой позиции КМ.

## После получения питания катушки контактора ВВ



СЗК ВВ (404 – 405) по проводу 744 подключает к ВГ независимую обмотку И1-И2 СПВ (нормальный режим).

По цепи:

(+) 1/4, 404, СЗК ВВ, 744, резистор СВПВ, 435, 3/11, 438, И1-И2, 437, 8/20, 439, (-) ВГ.

После возбуждения СПВ

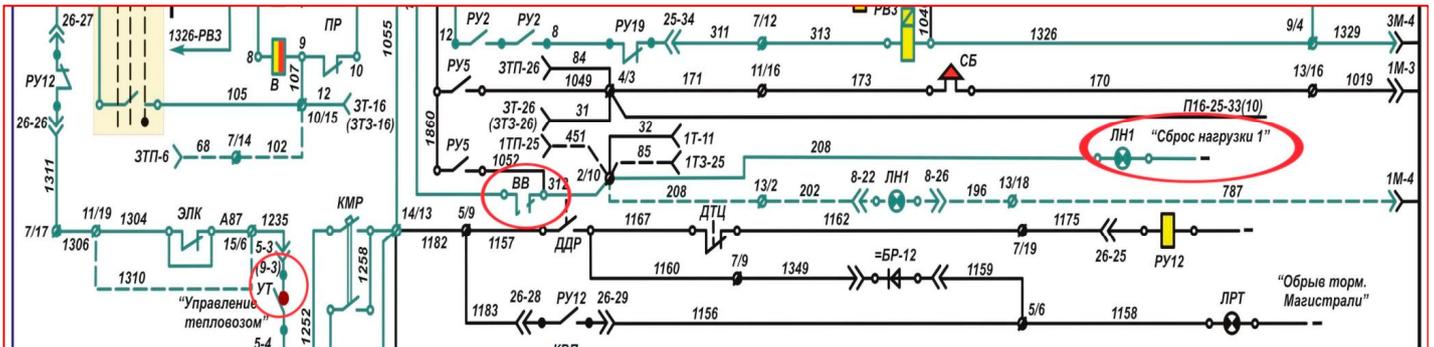
От СПВ через А20 и контакт 5 (АР) получает питание бесконтактный тахометрический блок БТ и распределительный трансформатор Тр, который будет питать — трансформаторы постоянного тока ТПТ1—ТПТ4, постоянного напряжения ТПН и индуктивный датчик ИД, а также рабочие обмотки амплистата возбуждения АВ.

По цепи:

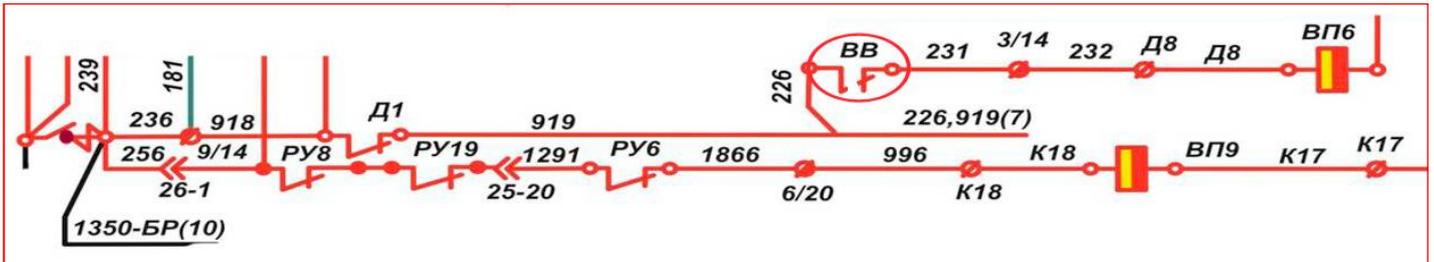
(+) СПВ, 448, 4/16, 449, А20, 452, контакт 5 АР, 977, 5/10, 756, БТ, 743, СВТ, 759, 3/12, 447, 33 (-) СПВ.

## Вспомогательные контакты ВВ

РК (1053 - 312) разбирает цепь на лампу ЛН1 "Сброс нагрузки"



РК (226 - 231) разбирает цепь на катушку ВП6 (отключения 10 ТНВД)



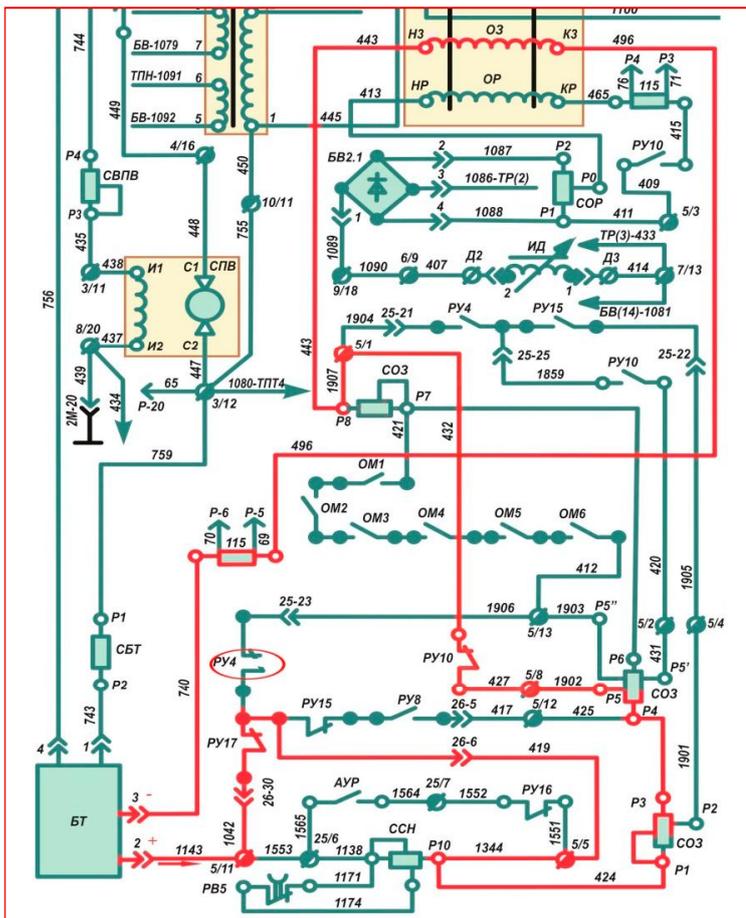
Блокировки разрешающие включение возбуждения на 1-ой позиции КМ.

РК РУ8 (115-112) шунтирует ЗК КВ т.к. РУ8 получает питание со 2-ой позиции КМ.

ЗК РУ2 (1072-1073) шунтируют контакты ВШ1,2 тем самым образует защиту цепи от обратных токов ТЭД.

После получения питания блока тахометрического

От БТ через резистор СОЗ по обмотке задающей ОЗ начинает протекать ток задания от которого магнитный поток намагничивает сердечник АВ.

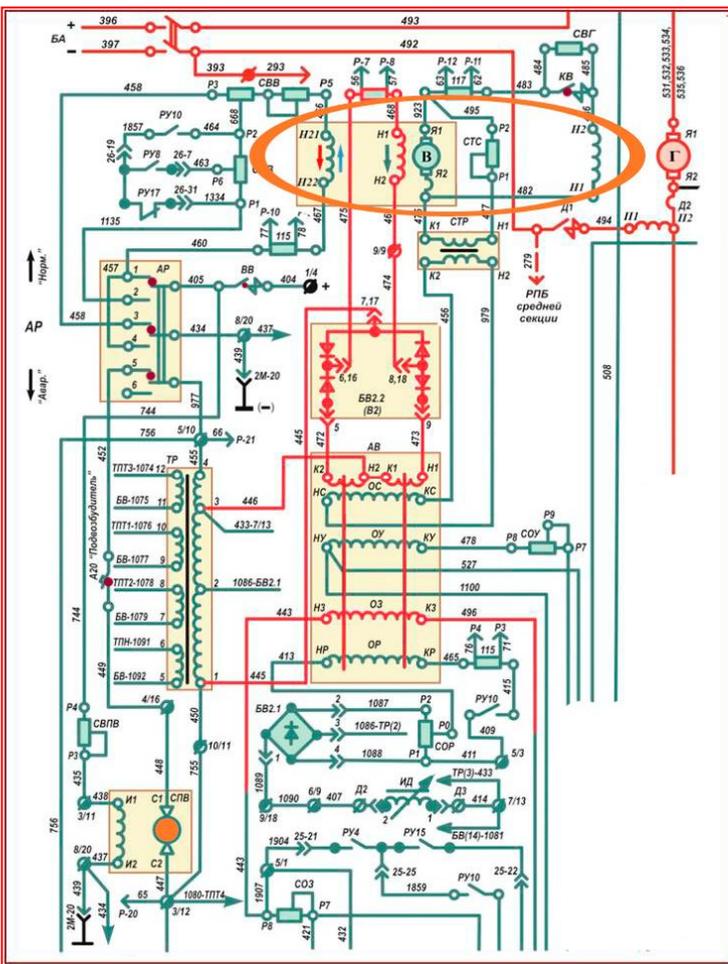


По цепи:

(+) БТ, 1143, 5/11, 1042, РК РУ17, 419, 5/5, 1344, 424, часть резистор СОЗ(первой ступени), часть резистора СОЗ второй ступени, часть резистора СОЗ третьей ступени, 443, обмотка задающая ОЗ (НЗ-КЗ), 496, шунт 115, 740, (-) БТ.

От АВ через выпрямительный мост ВВ2(ПВК1) получит питание намагничивающая обмотка Н1—Н2 (468, 469) возбуждателя В.

ОВ (Н1-Н2) питается током рабочей обмотки (Н1К1-Н2К2) АВ (472-473). Переменное напряжение на рабочую обмотку АВ и блок ВВ2 подается от первичной обмотки 1-3 (445-446) распределительного трансформатора Тр.



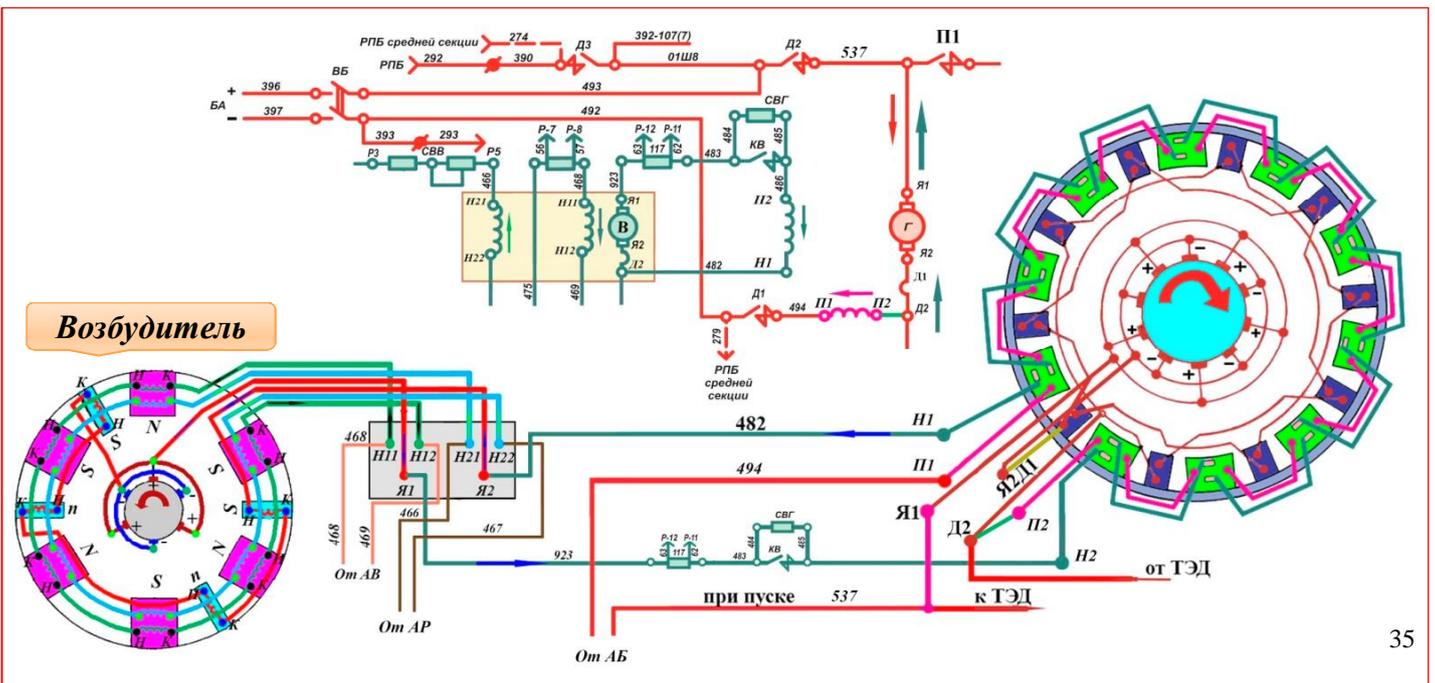
В каждый полупериод выпрямленного переменного тока работает половина рабочей обмотки ( $H1-K1$ ) или ( $H2-K2$ ) амплистата возбуждения  $AB$ .

На зажимах возбудителя  $B$  появляется напряжение, по обмотке возбуждения  $H1-H2$  ( $482 - 486$ )  $TГ$  начинает протекать ток, и на его зажимах появляется напряжение, где  $TЭД$  получают питание и развивают вращающий момент, передающийся через редукторы колесным парам, — тепловоз приходит в движение.

*Путь тока в силовой цепи при движении на передний и задний ход. Способы соединения тяговых электродвигателей и их сравнительная оценка.*

**Реверсор обеспечивает реверсирование тепловоза изменением направления тока в обмотках возбуждения  $TЭД$ .**

После возбуждения  $B$  и  $TГ$ , когда поездные контакторы ( $П1-П6$ ) подключают  $TЭД$  к  $TГ$ , т.е. генератор будет питать  $TЭД$ , которые приводят тепловоз в движения в зависимости от положения реверсора.



**Силовая цепь при движении Вперед:**

На электрической схеме положение реверсора показано в положении Вперед (+) ТГ по шести параллельным кабелям 531, 532, 533, 534, 535, 536, СЗК П1-П6, далее цепь рассматривается первого ТЭД.

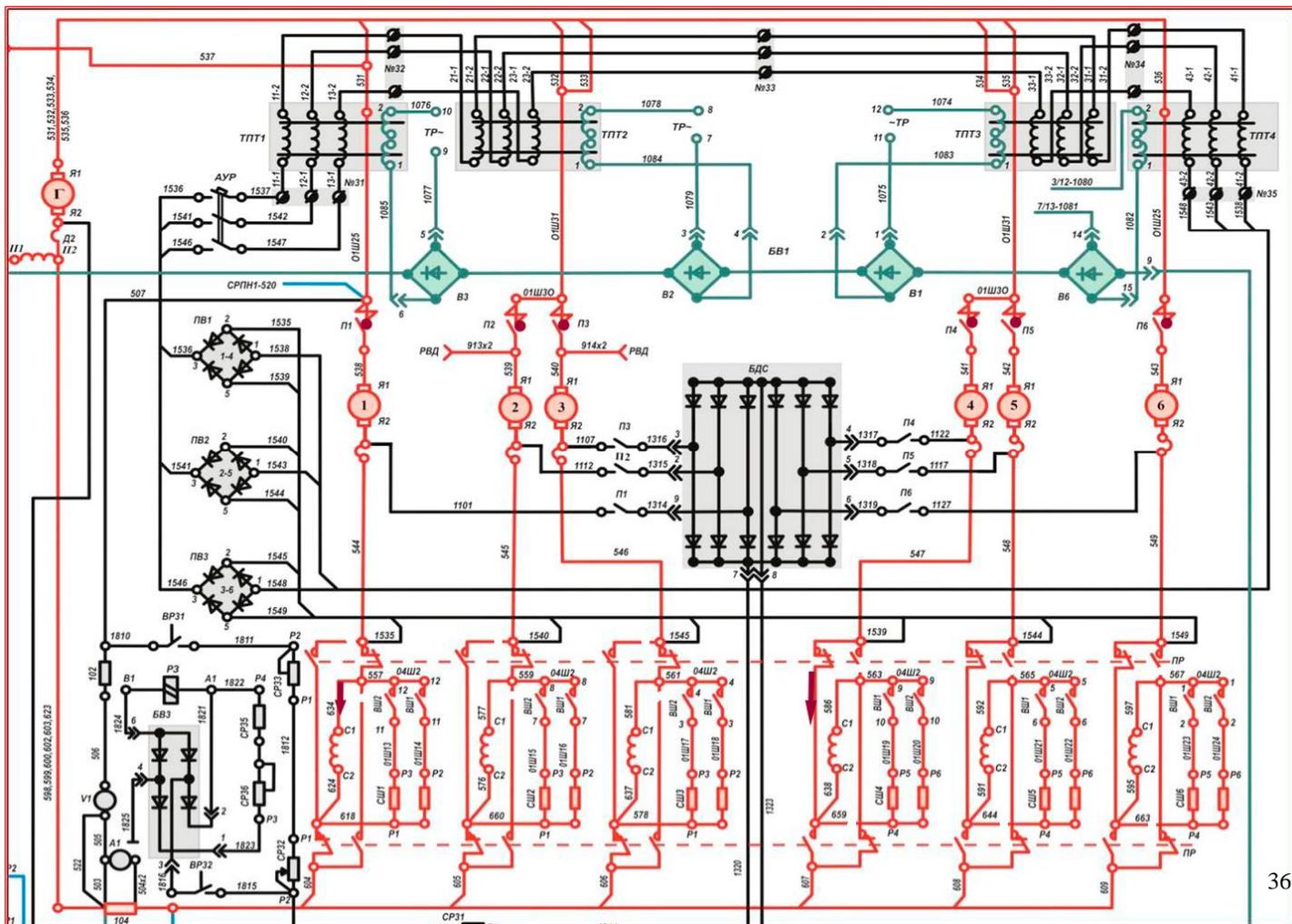
538, якорная обмотка 1ТЭД Я1-Я2, добавочная обмотка Д1-Д2, 544, силовой замкнутый контакт реверсора (замкнут в положении Вперед), 634, обмотка последовательного возбуждения ТЭД С1-С2, 624, силовой замкнутый контакт реверсора (замкнут в положении Вперед), 604, шунт амперметра 104, 598, добавочная обмотка ТГ Д2-Д1, (-) ТГ.

**При движении Назад:**

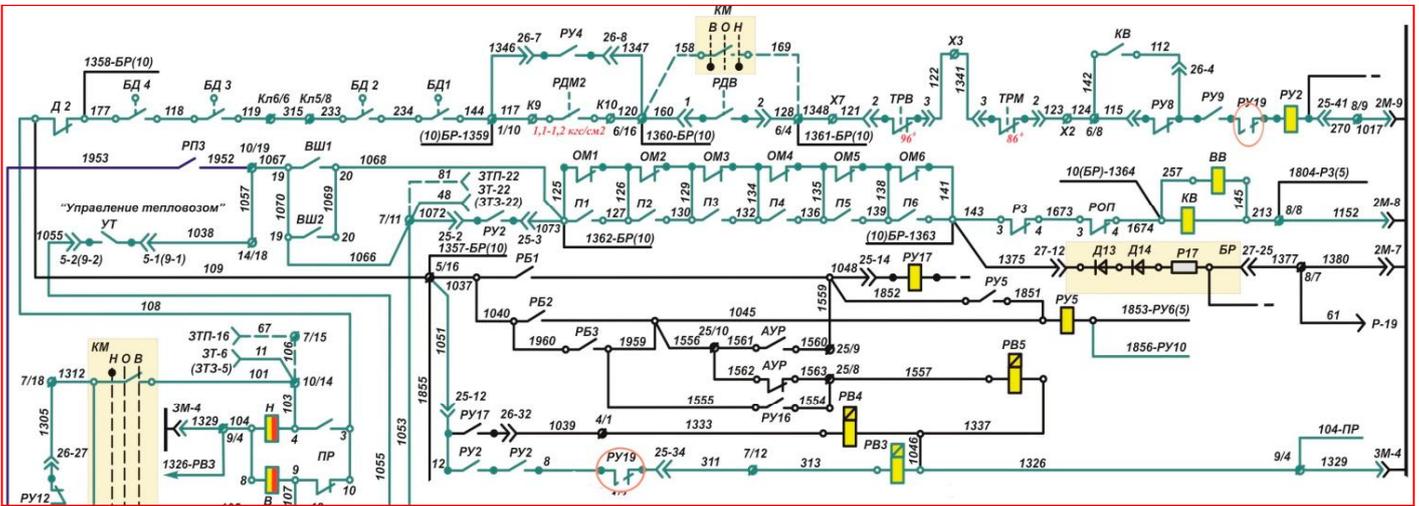
Направление тока в якорных обмотках ТЭД Я1-Я2 не изменяется, а изменяется направление тока в обмотках последовательного возбуждения ТЭД С1 – С2 по цепи:

(+) ТГ по шести параллельным кабелям 531, 532, 533, 534, 535, 536, СЗК П1-П6, далее цепь рассматривается первого ТЭД.

538, якорная обмотка 1ТЭД Я1-Я2, добавочная обмотка Д1-Д2, 544, силовой замыкающий контакт реверсора (замкнут в положении Назад), 624, обмотка возбуждения ТЭД С2 – С1, 634, силовой замыкающий контакт реверсора (замкнут в положении Назад), 604, 598, обмотка добавочных полюсов Д2 – Д1 (-) ТГ.





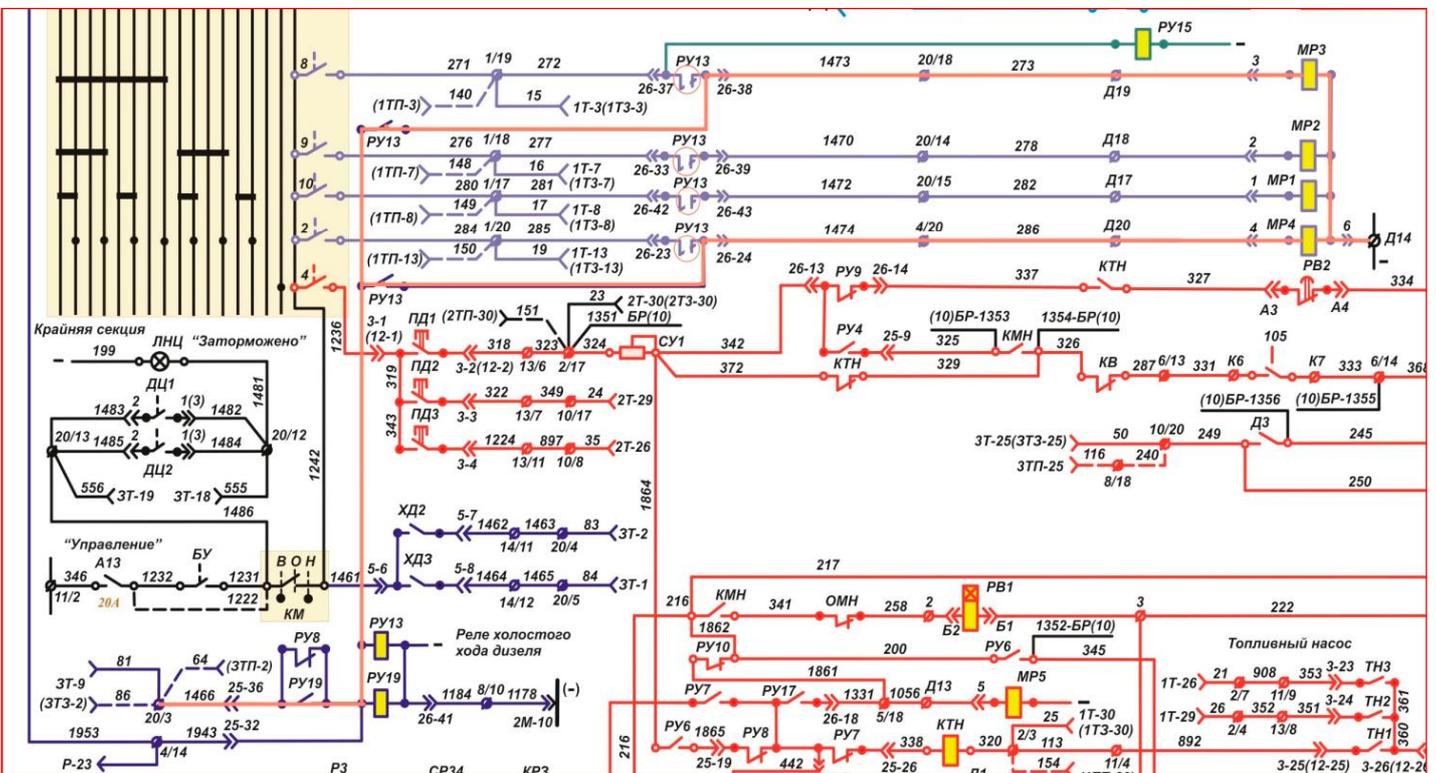


После получения питания **РУ13** своими контактами переключают **МР1 – МР4** в положение, соответствующее **8-й позиции КМ**.

**4РК** стоят в цепях питания **МР1-МР4** объединенного регулятора дизеля.  
**2ЗК** собирают цепь питания на катушки **МР3 и МР4** шунтируя контакты **КМ**.

*При этом обеспечивается работа дизеля на 8-й позиции КМ с частотой вращения коленчатого вала, соответствующей этой позиции (625/560 об/мин).*

<http://locomotive.nethouse.ru/>  
 locotruck.ru



*Цепи холостого хода дизеля ведомой секции при работе под нагрузкой ведущей*

## Система возбуждения возбудителя и тягового генератора.

### Электромашинный способ возбуждения возбудителя.



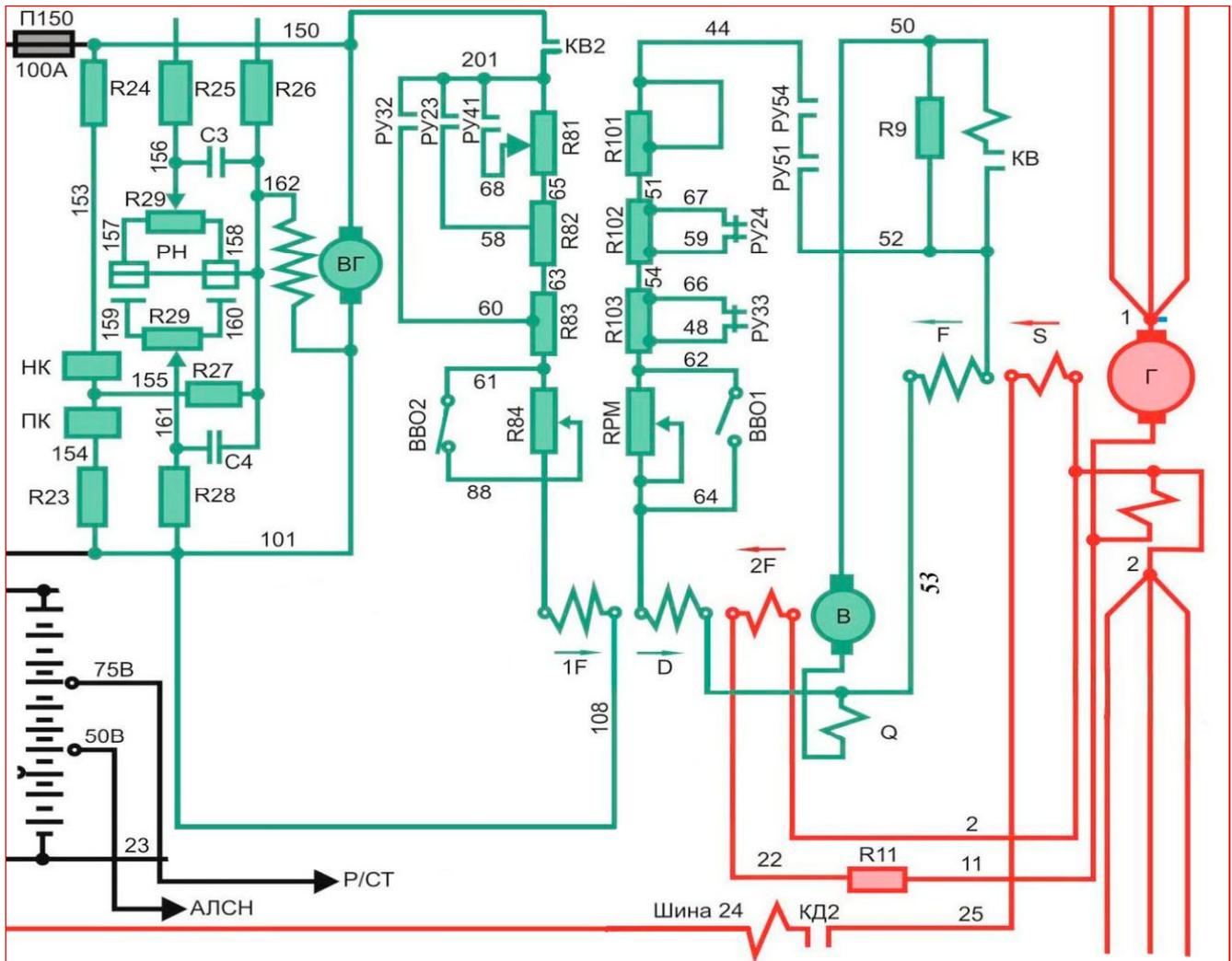
Использование полной мощности дизеля будет возможным, если напряжение возбудителя и генератора изменяется обратно пропорционально току.

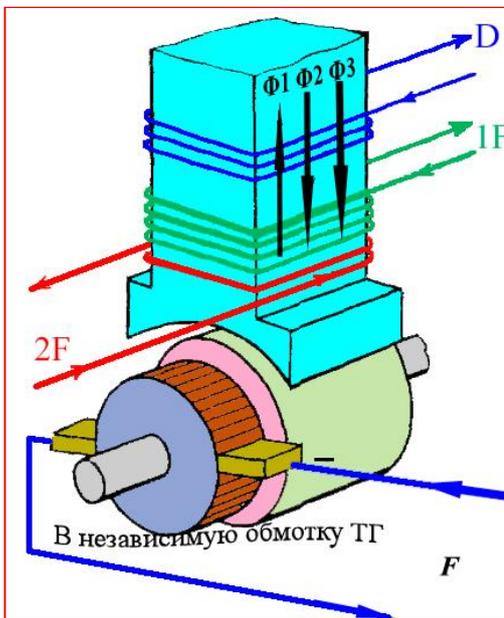
На тепловозе **ЧМЭ-3** эти функции выполняются совместными действиями трех обмоток, которые расположены на главных полюсах возбудителя **В**.

Независимой **1F**, включенной через сопротивление **R81 – 83** на напряжение **ВГ**. Независимая обмотка создает основной магнитный поток в возбудителе **В**.

Параллельная обмотка **D** включена через регулируемое сопротивление **R101 - 103** и регулятор мощности **RPM** на напряжение возбудителя **В**. Магнитные потоки независимой **1F** и параллельной **D** обмоток действуют согласно и не зависят от **нагрузки ТГ**.

<http://locomotive.nethouse.ru/>  
[locotruck.ru](http://locotruck.ru)





Противокомпаудная обмотка (*размагничивающая*)  $2F$  включена через сопротивление  $R_{II}$  на падение напряжения дополнительных полюсов  $ТГ$ .

Таким образом, магнитный поток  $\Phi_{2F}$  зависит от тока нагрузки  $ТГ$  и направлен встречно магнитному потоку независимой  $1F$  и параллельной  $D$  обмоток.

Общий магнитный поток на выходе с возбuditеля  $B$  равен:

$$\Phi_B = \Phi_{1F} + \Phi_D - \Phi_{2F}.$$

Пока отсутствует ток в силовой цепи, в обмотке  $2F$  ток равен нулю, отсутствует и магнитный поток.

Сердечники главных полюсов возбuditеля насыщены магнитными потоками обмоток  $1F$  и  $D$ , возбuditель вырабатывает максимальную ЭДС.

В момент трогания с места появляется ток в силовой цепи, но в связи с тем, что отсутствует *противо ЭДС в ТЭД*, ток быстро достигает большой величины, в результате растет магнитный поток в *обмотке 2F*, действуя встречно двум магнитным потокам, уменьшая общий магнитный поток возбuditеля.

Таким образом, ток силовой цепи и напряжение возбuditеля  $B$  и  $ТГ$  будут уменьшаться.

До  $1000—1100\text{ А}$  рост напряжения возбuditеля будет происходить медленно, т.к. еще сохраняется насыщение полюсов за счет потоков независимой и параллельной обмоток. С ростом тока нагрузки насыщение ликвидируется, и напряжение возбuditеля будет уменьшаться пропорционально току  $ТГ$ .

При разгоне тепловоза, когда *противо - ЭДС ТЭД* возрастают, а ток  $ТГ$  уменьшается тем самым ослабляется магнитный поток в обмотке  $2F$ , а общий магнитный поток полюсов  $B$  возрастет, повышая напряжение  $B$  и силу тока возбуждения  $ТГ$ , где возрастает напряжение  $ТГ$ .

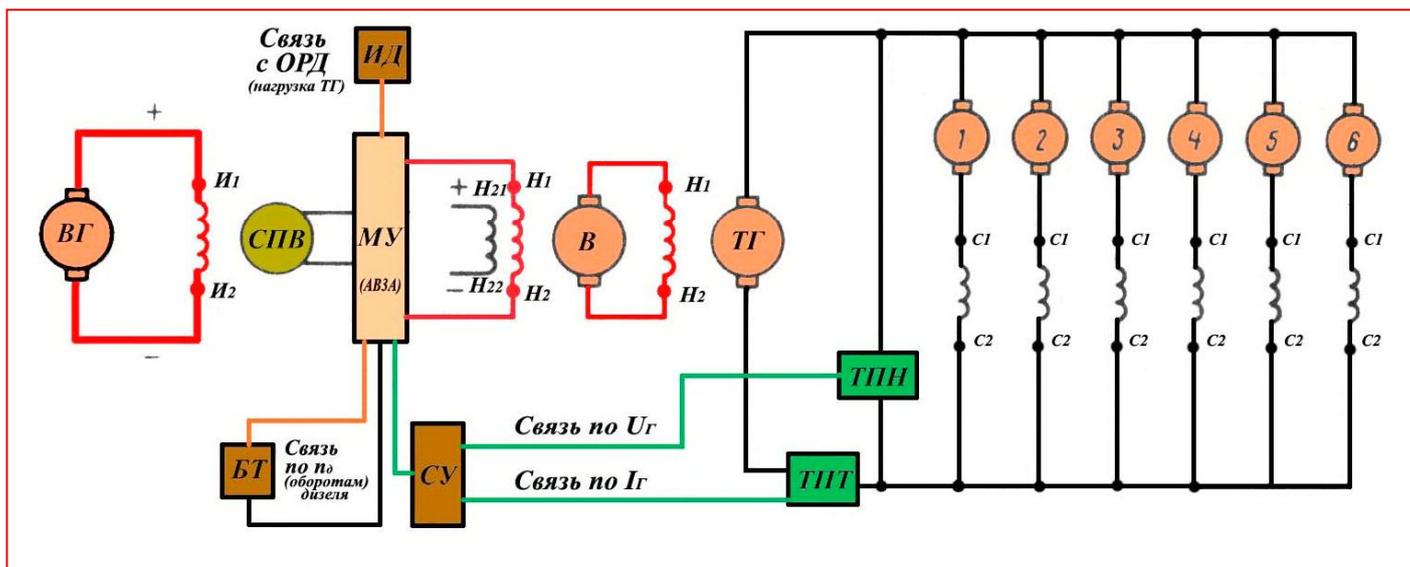
Недостаток сравнительно невысокая точность регулирования.

Недоиспользование свободной мощности дизеля.

Отсутствие ограничения силы тока ТЭД при трогании.

Нужная характеристика  $ТГ$  обеспечивается за счет изменения параметров магнитной цепи  $B$  и, следовательно, в большей степени зависит от точности сборки машины, магнитных свойств стали, температуры обмоток  $B$ .

## Аппаратный способ регулирования напряжения возбуждения ТГ



Намагничивающая (независимая)  $H_1 - H_2$  (468-469) состоит из 188 витков медного провода, который намотан на ГП.

Питается от магнитного усилителя АВ, или системы УСТА.

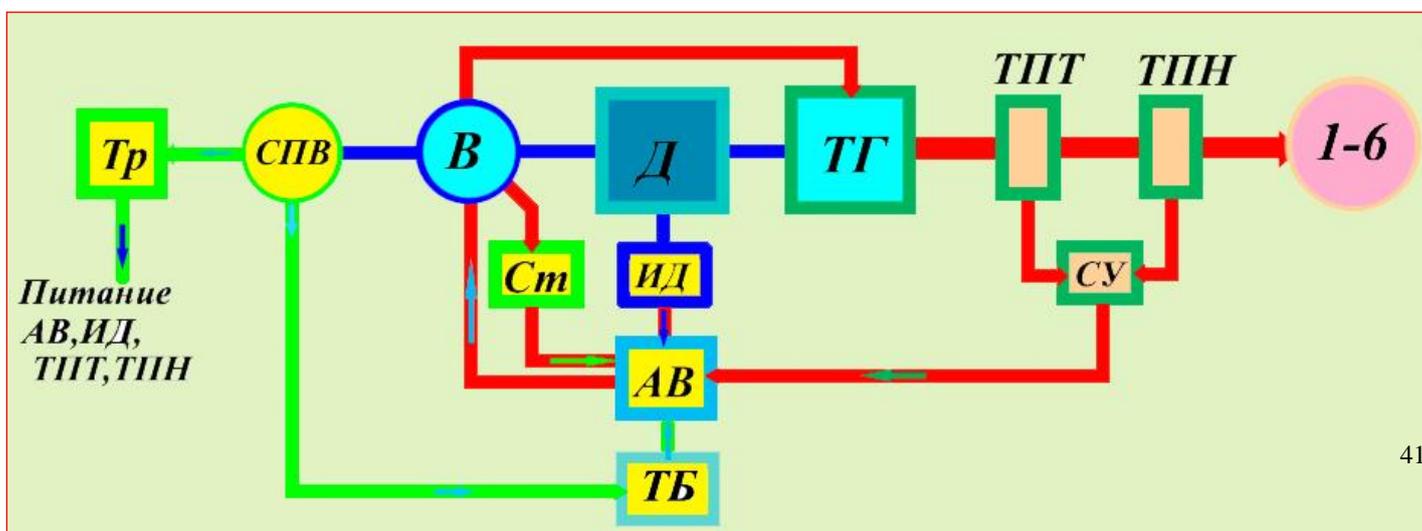
Служит для регулирования возбуждения В и следовательно регулирования мощности ТГ в зависимости от позиций КМ.

Автоматическое управление тяговым генератором ТГ тепловоза 2ТЭ10М с электроаппаратной системой возбуждения.

Обмотка независимого возбуждения ТГ ( $H_1 - H_2$ ) получает питание от В.

Возбудитель В – имеет две обмотки возбуждения.

- $H_{11} - H_{12}$  основная намагничивающая обмотка получает питание от СПВ через распределительный трансформатор  $Tr$ , рабочие обмотки ( $OP_1, OP_2$ ) амплитата возбуждения АВ и выпрямитель (В2).
- $H_{21} - H_{22}$  размагничивающая обмотка и является аварийной, получает питание от ВГ, где ВГ также питает обмотку независимого возбуждения СПВ ( $I_1 - I_2$ ).



## Система автоматического управления «САУ»

Основные аппараты:

**Трансформатор распределительный ТР,**

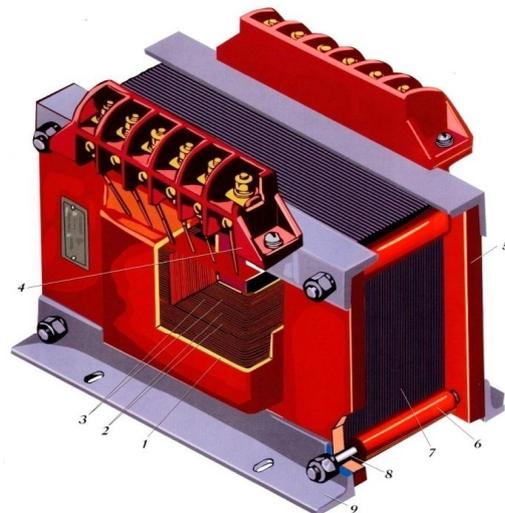
**Трансформатор постоянного напряжения ТПН,**

**Трансформатор постоянного тока ТПТ,**

**Трансформатор стабилизирующий СТР**

**Магнитный усилитель (амплистат возбуждения) АВ.**

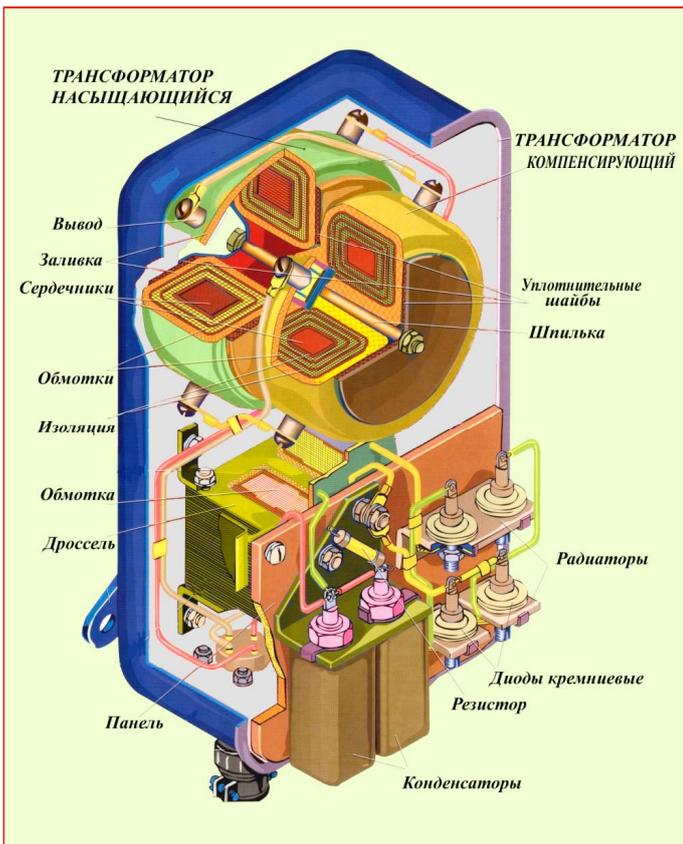
- Трансформаторы предназначены для измерения тока и напряжения, а также для питания различных потребителей тепловоза.
- По назначению разделяют на измерительные, распределительные, стабилизирующие.



**БТ** – блок тахометрический типа **БА-420** предназначен для получения постоянного напряжения, т.е. преобразует сигнал от **СПВ** в выпрямленное напряжение, которое линейно зависит от оборотов дизеля.



*Расположен в правой ВВК*



Питает задающую обмотку авмплистата возбуждения.

В зависимости от позиций **КМ** и числа оборотов дизеля, **СПВ** выдает переменное напряжение определенной частоты.

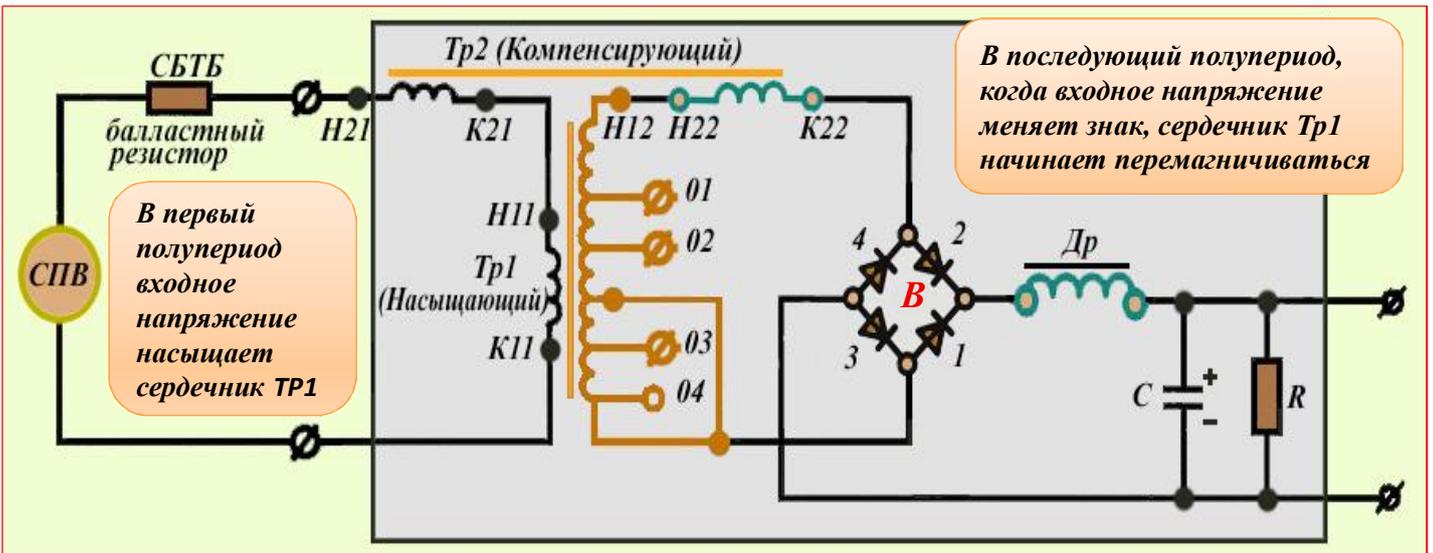
Состоит:

*из двух трансформаторов, насыщающегося **Tr1**, компенсирующего **Tr2**, (для повышения точности измерения частоты) выпрямительного моста **В**, сглаживающего фильтра и резистора **Р**.*

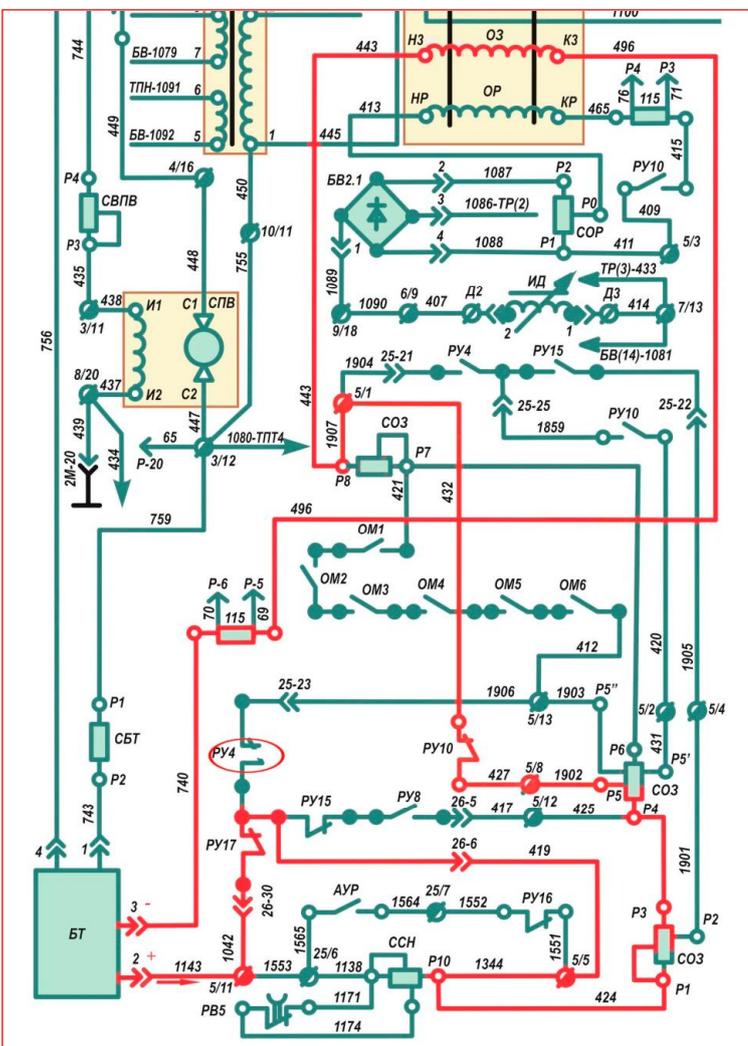
**Насыщающийся трансформатор Tr1** имеет кольцевой сердечник из пермаллоя  
**Компенсирующий Tr2** – кольцевой сердечник из альсифера.

**Выпрямительный мост В** состоит из четырех кремниевых диодов, закрепленных в алюминиевых радиаторах.

**Сглаживающий фильтр** состоит из дросселя на Ш – образном сердечнике и электролитического конденсатора С.



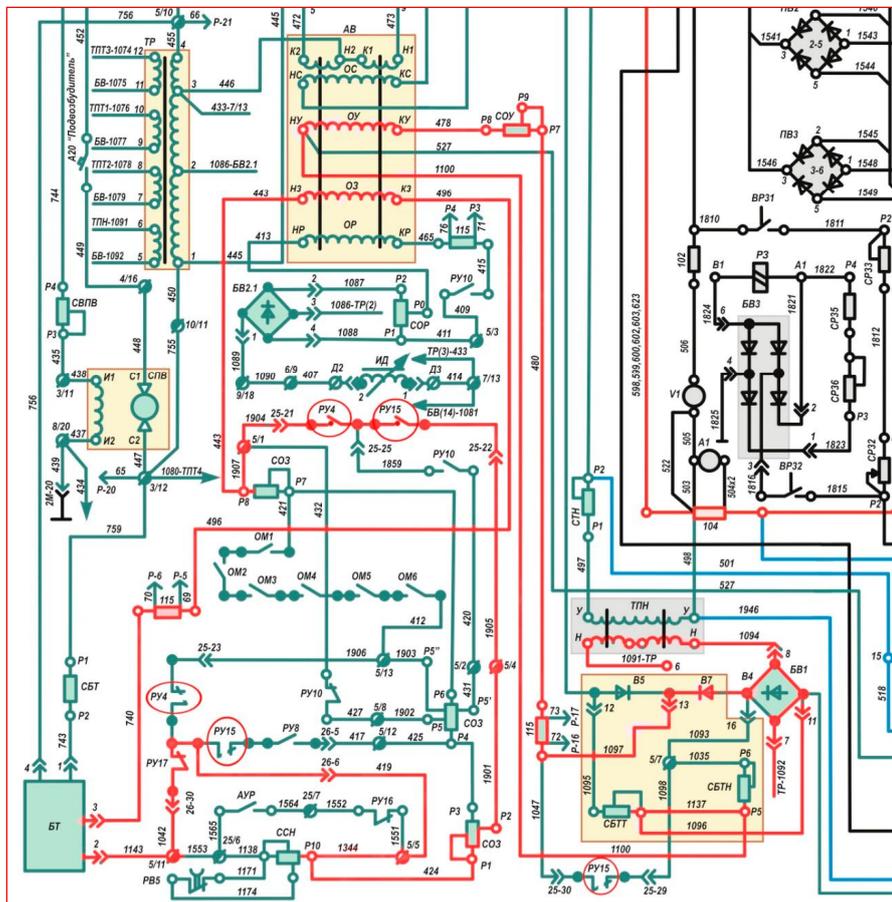
Напряжение от **СПВ** через резистор **СБТБ** подается на последовательно включенные первичные обмотки **насыщающего Tr1** и **компенсирующего Tr2** трансформаторов. Частота питающего напряжения пропорциональна частоте вращения вала дизеля.



Выпрямленное напряжение с первой и последующие позиции **КМ** поступает на **ОЗ АВ**.

С увеличением позиций контактами **РУ4, РУ8, РУ10 и РУ15** выводится сопротивления **СО3** из обмотки задающей **ОЗ**, увеличивая напряжение.

- На 1-й позиции **КМ** оно составляет примерно 8 (+)(-)2 В.
- На 2-й позиции через ЗК **РУ8, 417, 425**....
- На 4-й через ЗК **РУ10 420,421, 1859, ЗК РУ4, 1904, 5/1, 1907, 443**
- На 15-й позиции **КМ** напряжение в **ОЗ** составляет 22 (+)(-)3В.



Опорное напряжение через последовательно включенный резистор **СОЗ (424-443)** в **ОЗ АВ** создает задающий магнитный поток, который сравнивается с магнитным потоком **ОУ** направленно встречно, он создается токами обратной связи по току нагрузки (**ТПТ1-ТПТ4**, выпрямители **В1, В2, В3** и **В6**, резистор **СБТТ (1096-1095)** и напряжение (**ТПН**, выпрямитель **ВВ2**, резистор **СБТН (1035-1137)**).

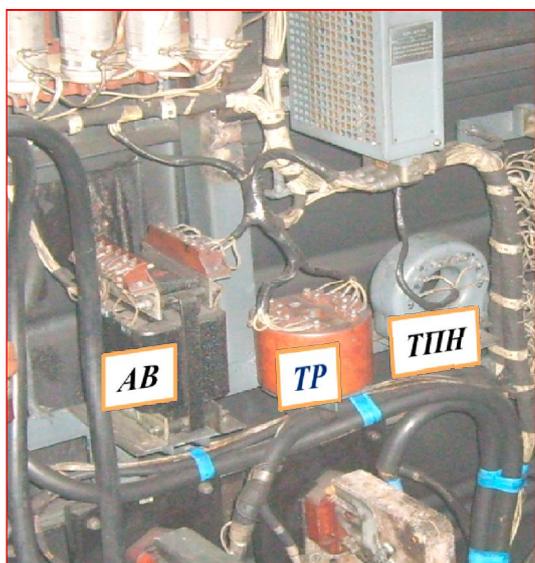
<http://locomotive.nethouse.ru/>  
[locotruck.ru](http://locotruck.ru)

### Трансформатор **ТР-23** кольцевого типа

- Предназначен для преобразования и распределения переменного напряжения и питания **ТПТ1 – 4**, **ТПН**, рабочих обмоток **АВ** и **ИД**.
- **Т**- трансформатор
- **Р**- распределительный
- **23**- конструктивное исполнение

#### Состоит:

Из сердечника, намотанного на стальное кольцо и обмоток расположенных на сердечнике.

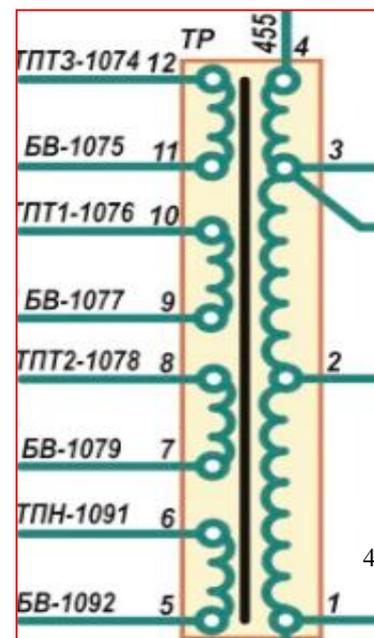


#### Первичные обмотки:

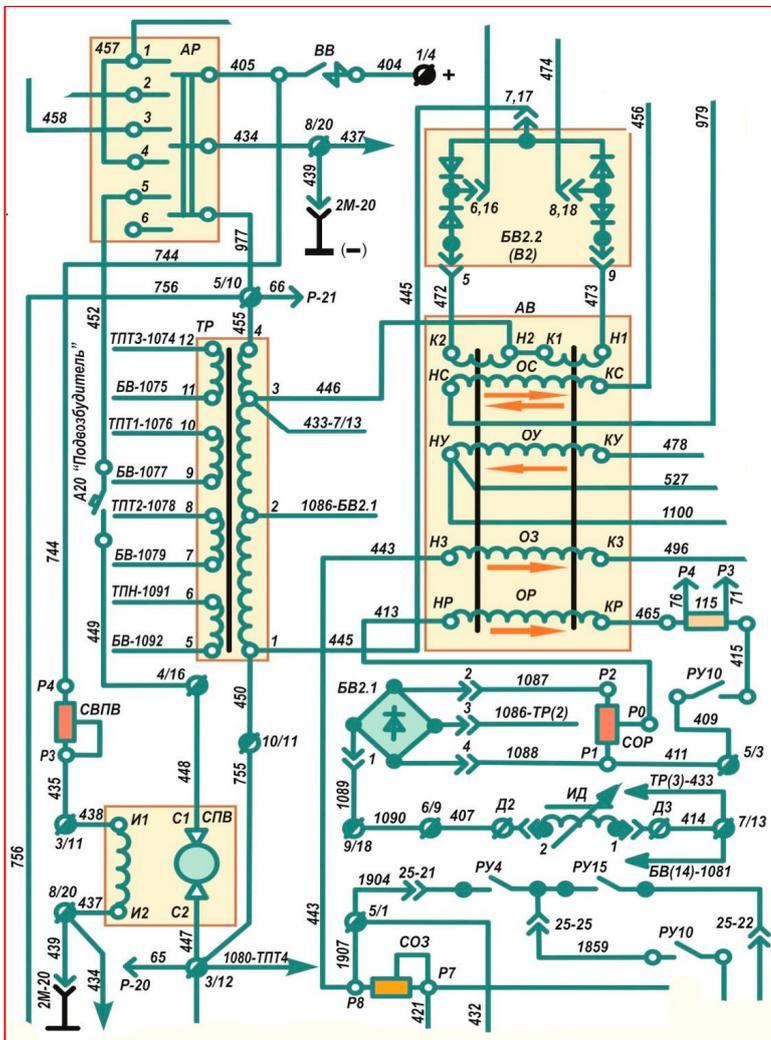
- 1 – 4
- 1 – 2
- 1 – 3

#### Вторичные обмотки:

- 2 – 3
- 5 – 6
- 7 – 8
- 9 – 10
- 11 – 12



Установлен в левой ВВК



От **СПВ** к первичной обмотке подводится переменное напряжение.

*Ток протекающий в этой обмотке создает магнитный поток который направлен по стали замкнутого сердечника.*

Во вторичных обмотках от потока индуцируется переменное напряжение, величина которого зависит от числа витков первичной и вторичной обмоток.

## Стабилизирующий трансформатор ТС-2

- Улучшает динамические характеристики системы возбуждения тепловоза. Предназначен для стабилизации режима электропередачи.



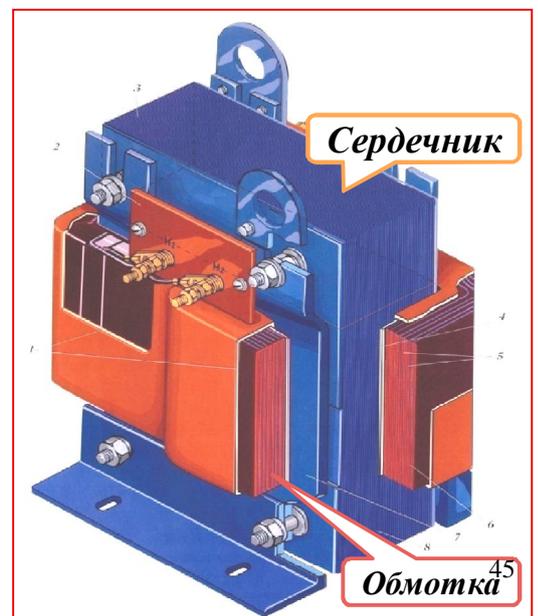
Расположен в левой ВВК

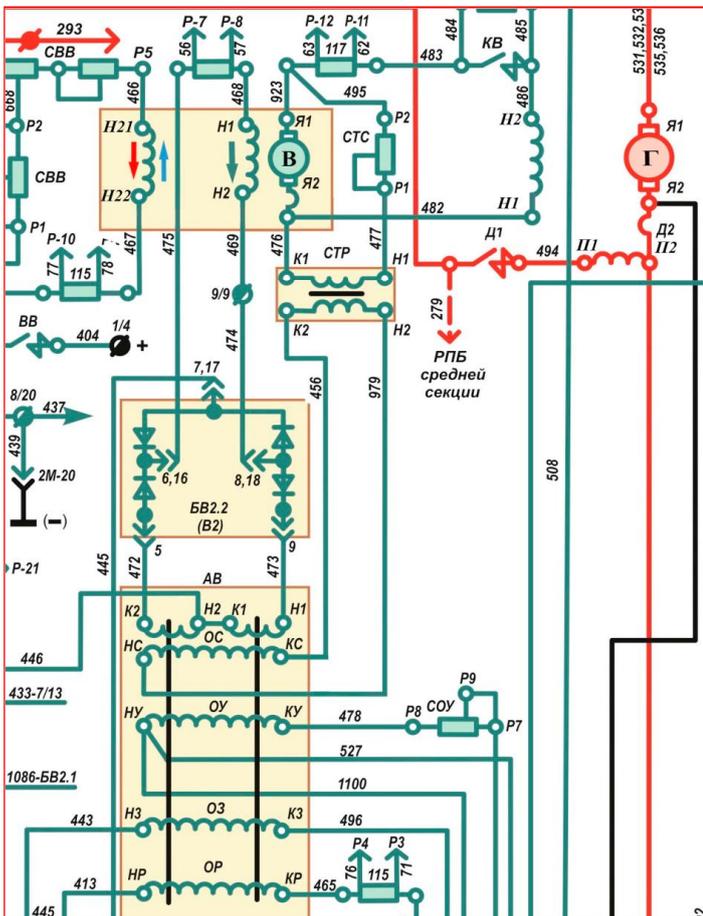
Работает в переходных режимах.

Сердечник набран *из П-образных пластин* и полос электротехнической стали, на котором расположена катушка с первичной и вторичной обмоткой.

*Первичная обмотка через резистор СТС включена на напряжение В.*

*Вторичная обмотка питает стабилизирующую обмотку АВ.*





При быстром нарастании напряжения  $V$  он создает отрицательный сигнал в  $AB$ , в результате скорость нарастания напряжения уменьшается и также замедляет снижение напряжения  $V$ .

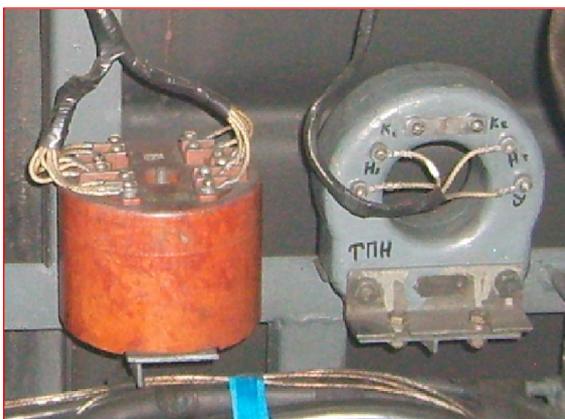
При резком снижении напряжения  $V$  в  $AB$  подается положительный сигнал, и скорость снижения напряжения уменьшается.

*Подает питание на стабилизирующую обмотку ОС только при переходных процессах.*

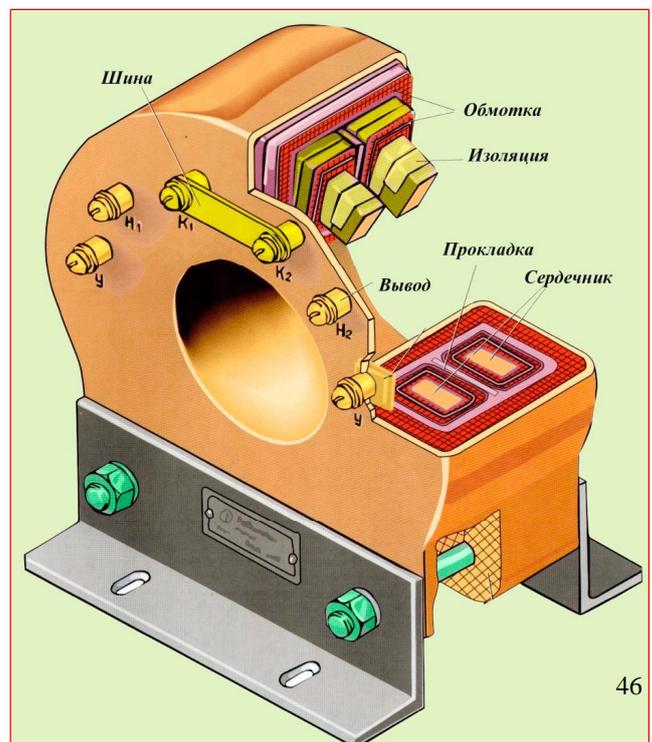
*Благодаря замедленному протеканию переходных процессов работа схемы становится устойчивой.*

**Трансформатор постоянного напряжения ТПН** – служит для регулирования возбуждения  $V$  в зависимости от напряжения  $TГ$ . Измеряет напряжение  $TГ$ .

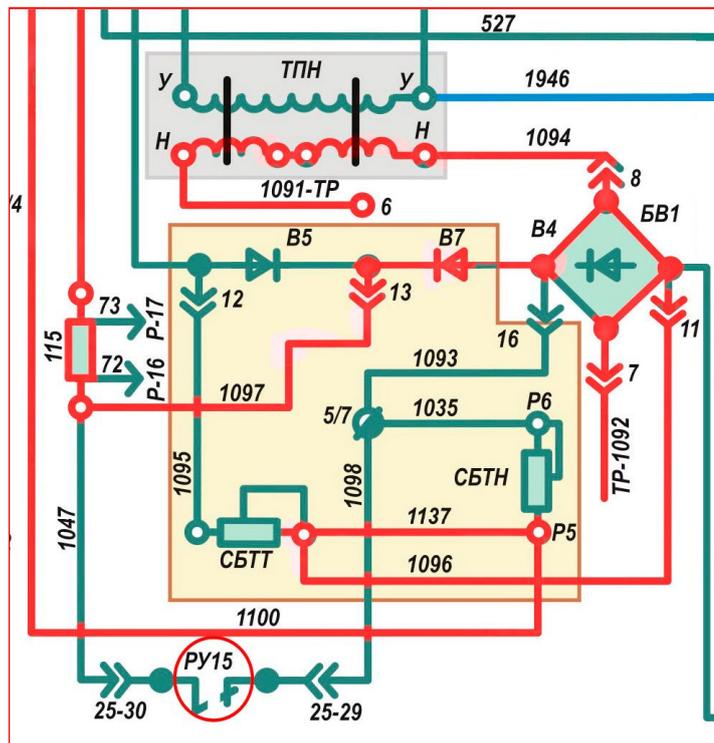
- Обмотка подмагничивания (*управляющая*) ТПН ( $HУ-KУ$ ) включена на напряжение  $TГ$  через регулирующий резистор  $СБТН$  ( $498-497,508$ ) и ток в цепи рабочих обмоток ( $H2-K2, K1-H1$ ), расположенных на кольцеобразных сердечниках пропорционален напряжению  $TГ$ .



Состоит из двух тороидальных сердечников, выполненных из железоникелевого сплава, на каждый из которых намотаны рабочие обмотки, соединенные между собой встречно. Управляющая обмотка намотана на оба сердечника.



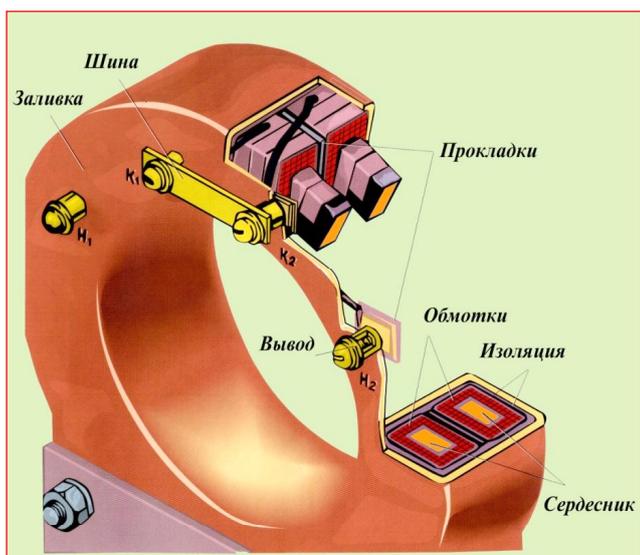
- На рабочую обмотку **ТПН** и выпрямленный мост **В4** переменное напряжение подается от обмоток **5 и 6 ТР (1091-1092)**.



С моста **В4**; выпрямленное напряжение подается на балластный резистор **СБТН** который вместе с диодом **В7** выполняет функцию **СУ** со стороны сигнала по напряжению.

**ТПН** подает сигнал на селективный узел **СУ** пропорциональный напряжению **ТГ**.

**Трансформатор постоянного тока ТПТ** типа **ТПТ21 и ТПТ22** – служат для регулирования возбуждения **В** в зависимости от тока **ТГ** и не имеет специальной обмотки подмагничивания, роль которой выполняют силовые кабели **ТЭД**, проходящие внутри кольцеобразных сердечников.



(Установлены в правой ВВК)

**ТПТ21** измеряет ток одного **ТЭД**  
**ТПТ22** измеряет ток двух **ТЭД**

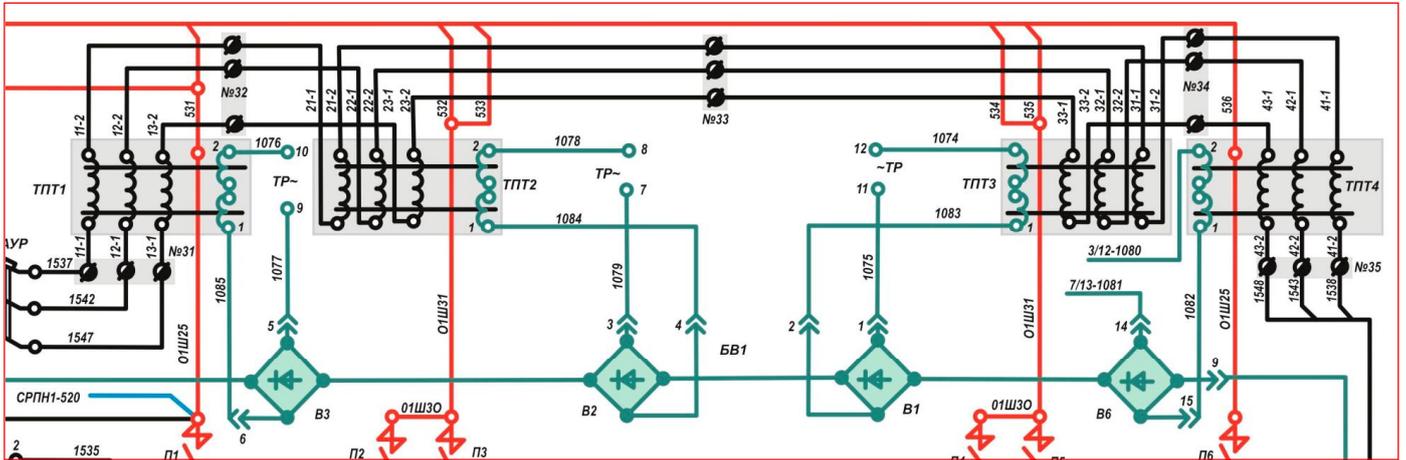
Управляющей обмоткой служит один или два силовых кабеля **ТЭД**, пропускаемых через центральное отверстие **ТПТ**.

Ток в цепи рабочих обмоток **ТПТ1-4** пропорционален току **ТГ**.  
**ТПТ1** – шина **01Ш25**  
**ТПТ2** – шина **01Ш31**  
**ТПТ3** – шина **01Ш31**  
**ТПТ4** – шина **01Ш25**

Индуктивное сопротивление рабочих обмоток изменяется под влиянием подмагничивания обмотки управления по которой протекает ток **ТЭД**.  
**При увеличении тока ТЭД степень насыщения сердечников увеличивается, индуктивное сопротивление рабочей обмотки уменьшается.**

На рабочие обмотки и выпрямленные мосты переменное напряжение подается с обмоток *ТР*.

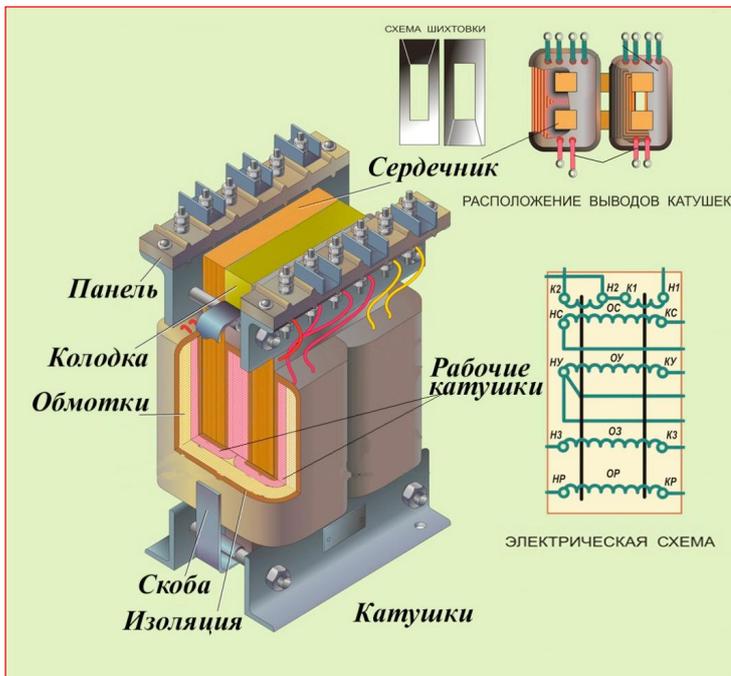
- 9-10 *ТР* (1076-1077-1085) *ТПТ1*, *В3*
- 7-8 *ТР* (1078-1079-1084) *ТПТ2*, *В2*
- 11-12 *ТР* (1074-1075-1083) *ТПТ3*, *В1*
- 3/12, 7/13 (1080-1081-1082) *ТПТ4*, *В6*
- Выпрямленное напряжение через четыре последовательно соединенных моста подается на балластный резистор *СБТТ*, который вместе с диодом *В5* выполняет функцию *СУ* со стороны сигнала по наибольшему из токов *ТЭД*.



Для снижения влияния помех, создаваемых посторонними сильноточными проводами и стальными массами на измерение *ТПТ*, каждая обмотка состоит из секций, соединенных параллельно.

- **Амплистат возбуждения АВ типа 3А** – Магнитный усилитель с внутренней обратной положительной связью. (самоподмагничиванием и выходом постоянного тока).
- **Обратная связь** называется воздействие управляемой величины на вход системы управления. (использование выходного выпрямленного тока рабочих обмоток для подмагничивания *МУ*).
- **Внутренняя Обратная Связь** осуществляется действием выпрямленного выходного тока, протекающего по рабочим обмоткам.

*АВ* установлен в левой *ВВК*



**Техническая характеристика**  
 частота питания - 133 Гц  
 напряжение питания - 60В  
 (эффективное).

Напряжение максимального выхода (ток *ОЗ* - 0,1А) не менее – 30 В.

Ток длительного режима – 8,5 А.  
 Минимальный ток выхода – 0,6 А.

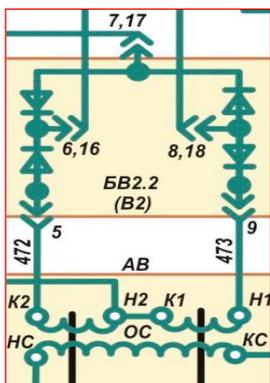
Сопротивление нагрузки – 6 Ом.  
 Масса – 12 кг.

Состоит:

Из двух сердечников, набранных из **II образных пластин** на каждый сердечник наматывают по одной рабочей обмотке (обмотка переменного тока). И на два сердечника наматывают четыре обмотки управления.

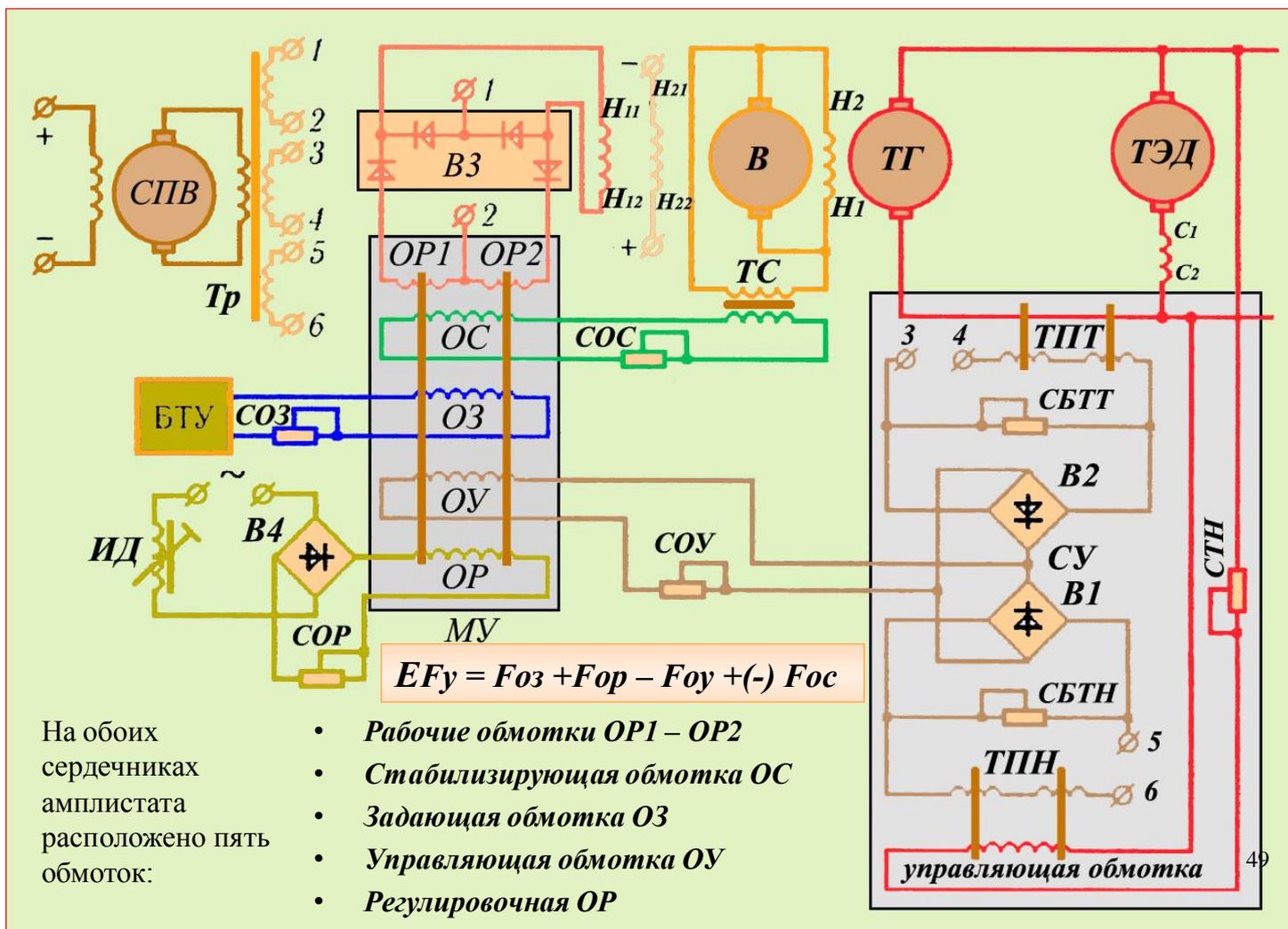
**Задающая обмотка ОЗ, Управляющая УО, Регулировочная ОР, Стабилизирующая ОС.**

**Служит для регулирования тока возбуждения возбудителя в зависимости от: числа оборотов дизеля, соотношения тока и напряжения ТГ, т.е. от скорости движения тепловоза, мощности дизеля (нагрузки). Сигналы которые поступают на сердечник АВ суммируются после результирующий сигнал увеличивается и передается на обмотку возбуждения В.**



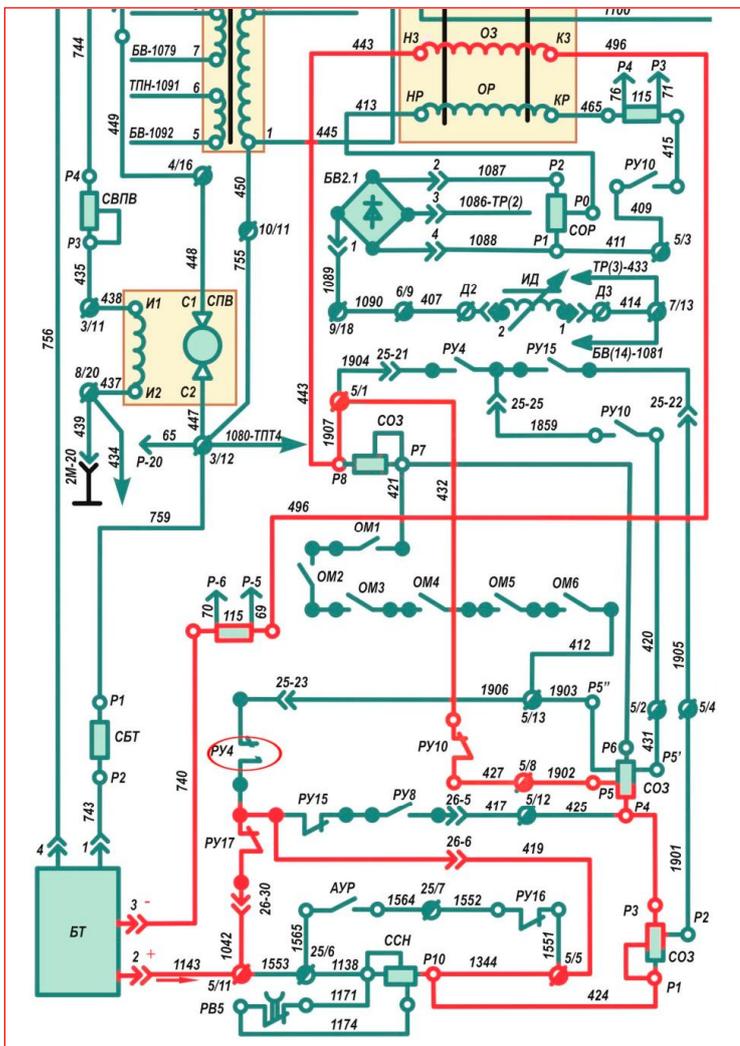
- Рабочие обмотки АВ (К2-Н2, К1-Н1) расположены на обоих сердечниках и соединены последовательно, встречно с равным числом витков (ЭДС обмоток будет друг друга компенсировать) и включены в плечи выпрямительного моста (БВ 2.2) так, что каждая рабочая обмотка питается своим полупериодом.
- При такой схеме усилителя в каждой рабочей обмотке ток проходит только в одном направлении.

- Когда ток управления равен нулю, сердечник МУ не намагничен и его рабочие обмотки имеют большое индуктивное сопротивление, поэтому рабочий ток будет мал, его называют током холостого хода МУ.



На обоих сердечниках амплитата расположено пять обмоток:

- Рабочие обмотки ОП1 – ОП2
- Стабилизирующая обмотка ОС
- Задающая обмотка ОЗ
- Управляющая обмотка ОУ
- Регулировочная ОР



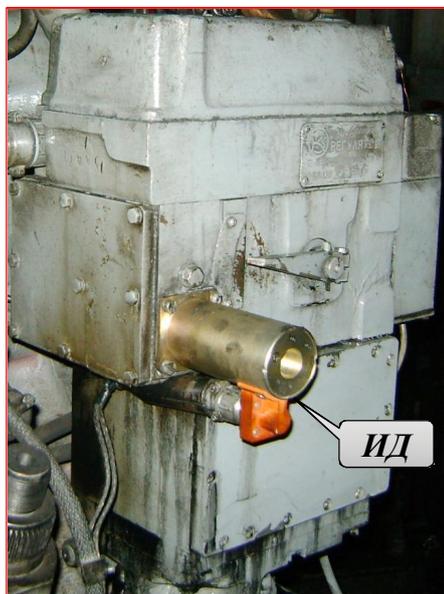
**ОЗ (задающая)** – получает питание от **БТ (блока тахометрического)**. Ток в ней пропорционален числу оборотов дизеля (*позициям КМ*).

**ОЗ** создает положительную намагничивающую силу действующую согласно с намагничивающей силой самоподмагничивания от рабочих обмоток амплистата.

- При увеличении тока в **ОЗ** индуктивное сопротивление рабочих обмоток уменьшается и ток выхода амплистата в намагничивающей (**Н1-Н2**) **В** увеличивается.
- При уменьшении тока **ОЗ** ток выхода уменьшается. Ограничивается резистором **СОЗ**.

**ОР (регулирующая)** служит для дополнительного автоматического управления **ДГУ** – получает питание с зажимов 2-3 от части витков первичной обмотки распределительного трансформатора **Тр (1086-433)**.

Последовательно с обмоткой **ОР** включен индуктивный датчик **ИД**, внутри катушки которого, перемещается сердечник, связанный со штоком серводвигателя объединенного регулятора.

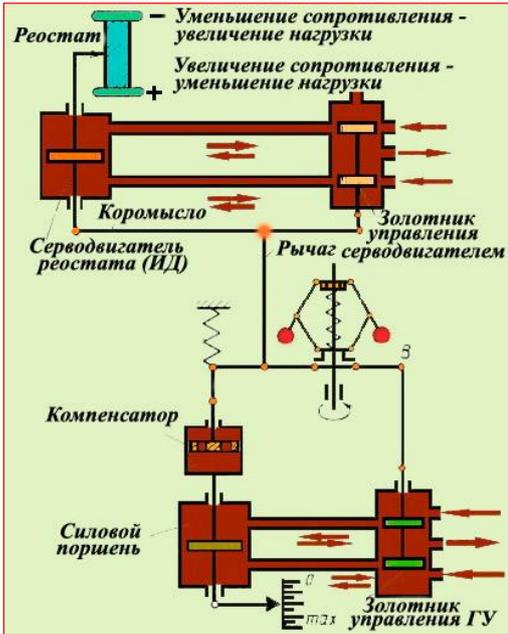


Вследствие перемещения сердечника происходит изменение индуктивного сопротивления и, следовательно, тока в обмотке **ОР**.

Параллельно обмотке *регулирующей ОР* подключен резистор **СОЗ**, обеспечивающий минимальный ток при полностью вдвинутом сердечнике.



**Индуктивный датчик типа ИД-31** служит для изменения тока в **ОР** амплистата. Состоит из магнитопровода и якоря. В магнитопровод помещена катушка, намотанная на прессованный каркас.

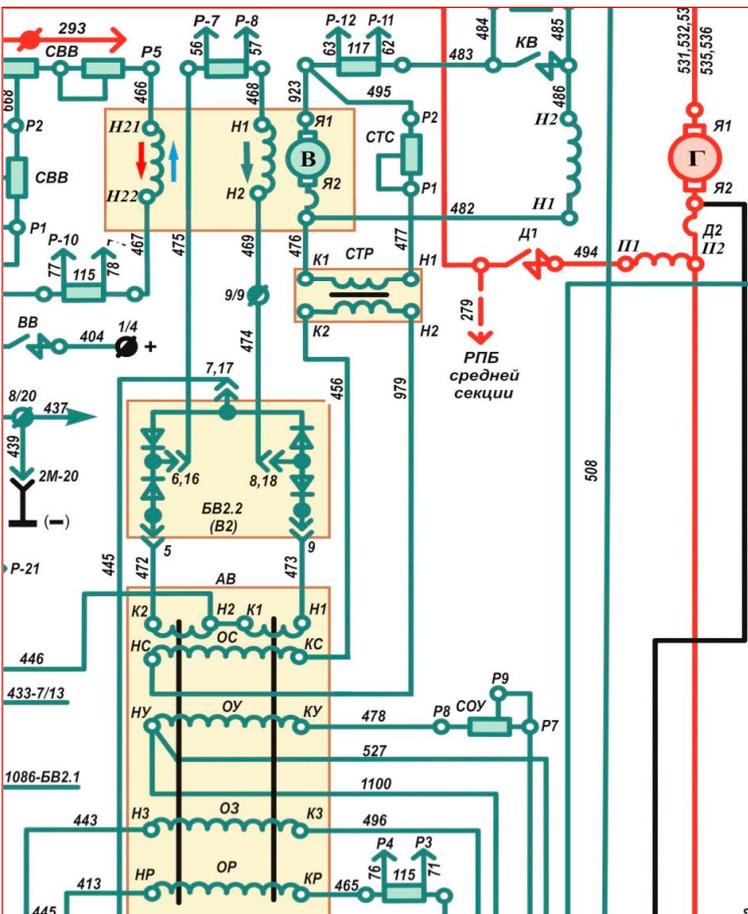


Якорь соединен со штоком сервомотора **ОРЧО**. При увеличении нагрузки дизеля поршень сервомотора перемещается так, что якорь **ИД** вдвигается в катушку. В результате полное сопротивление **ИД** увеличивается, и ток в цепи **ОР** уменьшается.

При уменьшении нагрузки якорь выдвигается из катушки. В результате полное сопротивление **ИД** уменьшается, и ток в цепи **ОР** увеличивается.

В связи с тем что индуктивное сопротивление катушки датчика намного больше активного, ток в **ОР** не зависит от позиций **КМ**, а зависит только от положения якоря в катушке.

Полное сопротивление **ИД** – максимальное 70 Ом, минимальное 6,2 Ом.  
 Максимальный ход якоря 65 мм.



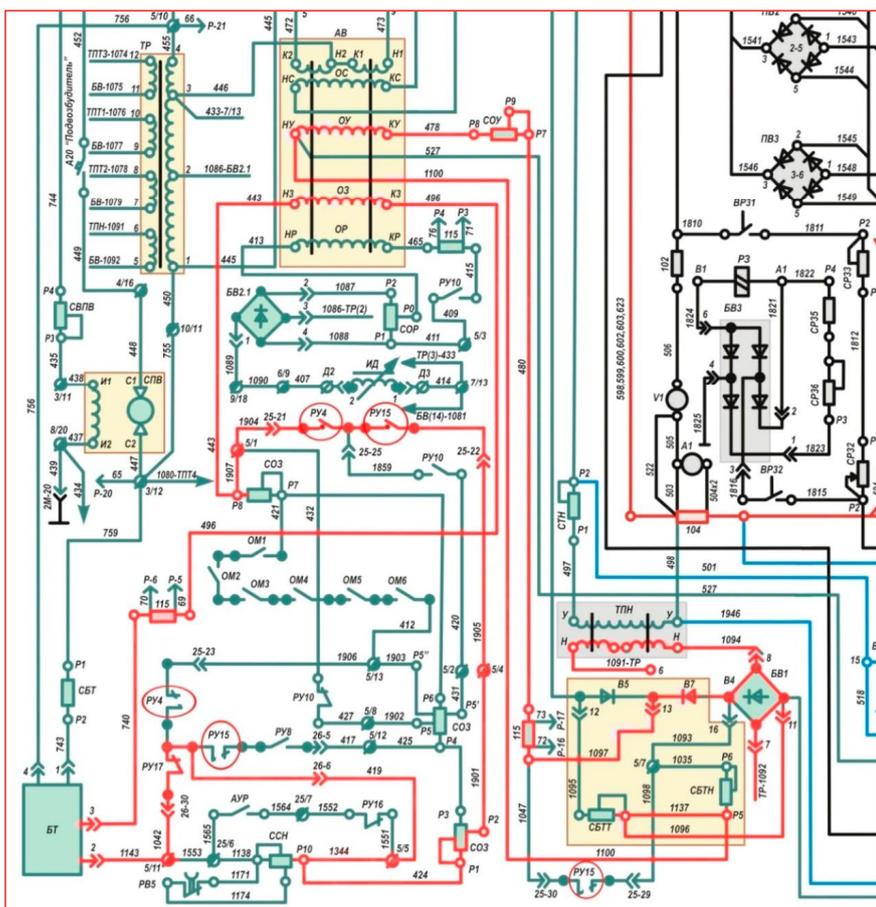
**ОС (стабилизирующая)** - служит для обеспечения устойчивой работы электрической схемы возбуждения **ТГ** при резко переменных процессах как в самой схеме возбуждения **В** так и в силовой цепи.

Она сглаживает и предотвращает колебательные процессы в схеме возбуждения и является элементом обратной отрицательной связи между возбудителем и амплистатом.

**ОС** – подключена последовательно в цепь вторичной обмотки (**К2-Н2**) стабилизирующего трансформатора (**СТр**).

Первичная обмотка (**К1-Н1**) через регулировочное сопротивление **СТС** определяющее уровень влияния обратной связи подключена на напряжение **В**.

**ОУ (управляющая)** - получает питание от СУ. Является размагничивающей  
Ток в ОУ равен сумме токов  $I_d$  (ТЭД) и  $I_g$  (ТГ) на выходе рабочих (вторичных) обмоток ТПТ и ТПН питающихся от ТР.



Величина тока в **ОУ** включена через регулировочное сопротивление **СОУ** на средней точке между параллельно соединенными выпрямительными мостами **B1** и **B2** и балластным сопротивлением **CBТТ** и **CBТН** устанавливается автоматически в зависимости от соотношения падений напряжения в балластных сопротивлениях **CBТТ** и которые пропорциональны току и напряжению **ТГ** т.к. **CBТТ** и **CBТН** включены в цепи рабочих обмоток трансформаторов **ТПТ** и **ТПН**.

**Селективный узел СУ** – обеспечивает формирование требуемой селективной характеристики **ТГ**.

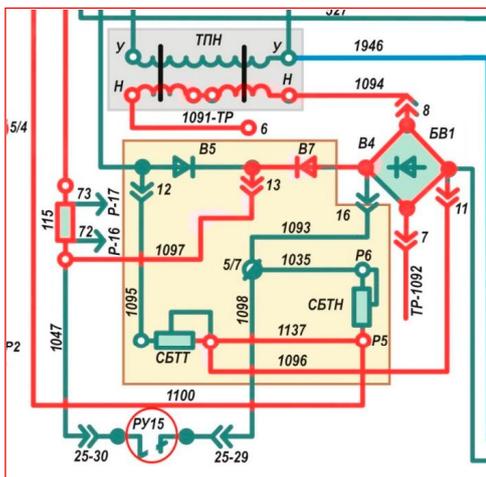
Состоит из трех областей:

Ограничения пускового тока.

Ограничения максимального напряжения.

Ограничения мощности.

**Селективный узел СУ** – это узел в котором суммируются сигналы по току и напряжению **ТГ**, где результирующий сигнал передается в управляющую обмотку амплитуды возбуждения **ОУ**.

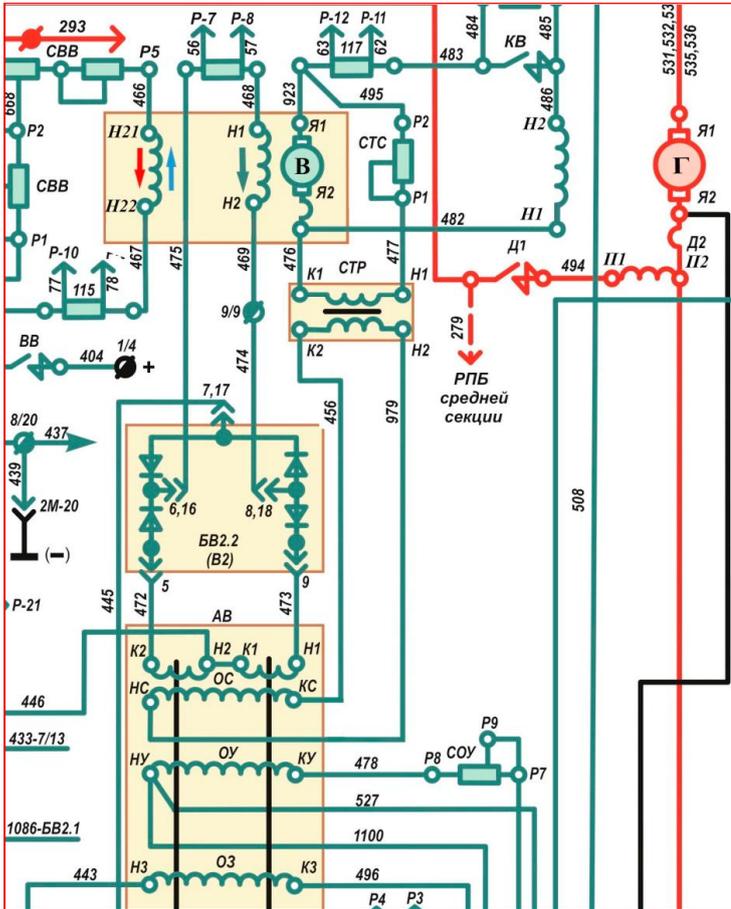


Состоит из балластных резисторов **CBТН** и **CBТТ**, выпрямительных мостов **B1-B4** и **B6**, диодов **B5**, **B7**, регулируемого резистора **СОУ** и **ОУ** (обмотка управляющая **AB**).

- Через **CBТТ** протекает выпрямленный ток цепи рабочих обмоток «ведущего» **ТПТ** который пропорционален току **ТЭД**.
- Через **CBТН** протекает выпрямленный ток цепи рабочих обмоток **ТПН** пропорциональный напряжению **ТГ**.

Диоды **B5** и **B7** выполняют запирающие функции в **СУ** в зависимости от уровня потенциалов.

## Селективная характеристика

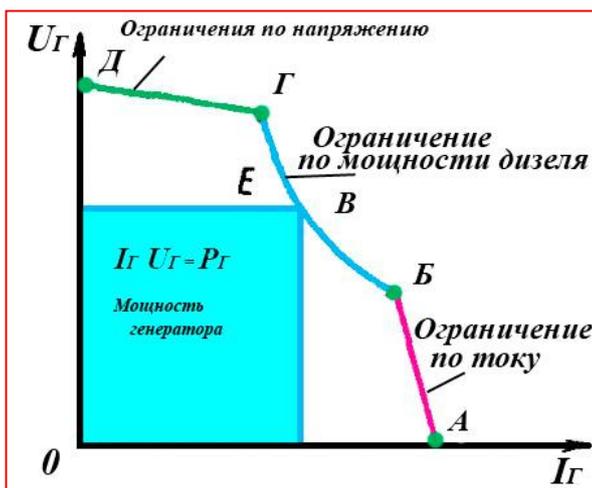


Это характеристика  $TГ$ , определяемая работой системы автоматического регулирования без регулировочной обмотки  $OP$  амплистата.

- Формирует ее  $СУ$  (селективный узел) который производит выбор сигналов обратной связи по току и напряжению.
- $СУ$  отправляет в  $OU$  амплистата ток  $TПТ$  при ограничении тока, сумму токов  $TПТ$  и  $TПН$  при поддержании постоянной мощности и ток  $TПН$  при ограничении наибольшего напряжения.

Уровень селективной характеристики задается током подмагничивания (уставки) в  $OЗ$  на каждой позиции  $KМ$ .

- С выхода выпрямительного моста  $B2$  постоянным током питается намагничивающая ( $H1-H2$ ) обмотка возбуждения  $B$ .
- Благодаря такому включению рабочих обмоток в них протекает не переменный, а в каждой рабочей обмотке в одном и том же направлении пульсирующий ток.
- Постоянная составляющая этого тока намагничивает сердечники  $AB$ , питаются переменным током.
- Эта схема называется с внутренней положительной обратной связью.
- **Возбуждение  $B$**  регулируется таким образом, что при всех режимах работы дизеля, независимо от скорости движения тепловоза поддерживается соответствие между мощностью развиваемой дизелем и мощностью которой дизель нагружается с учетом включения и выключения вспомогательных механизмов.



При этом поддерживается строгое соответствие между заданным числом оборотов дизеля и подачей топлива в цилиндры, т.е. возбуждение  $TГ$  в зависимости от возбуждения  $B$  изменяется таким образом, что при всех условиях работы  $ДГУ$  внешняя характеристика  $TГ$  является строго гиперболической, обеспечивается постоянство мощности в любой точке кривой  $P=IU$ .

**Автоматическая система регулирования возбуждения поддерживает постоянство мощности ТГ для заданной позиции, обороты дизеля и ограничивает критические параметры ТГ по току и напряжению.**

**Продолжительность работы дизеля при максимальной мощности на 15 позиции КМ (2206 кВт) не должна превышать 1-го часа.**

**Мощность длительного режима дизеля 10Д100 составляет 1612 кВт.**



**Продолжительность работы ТГ**

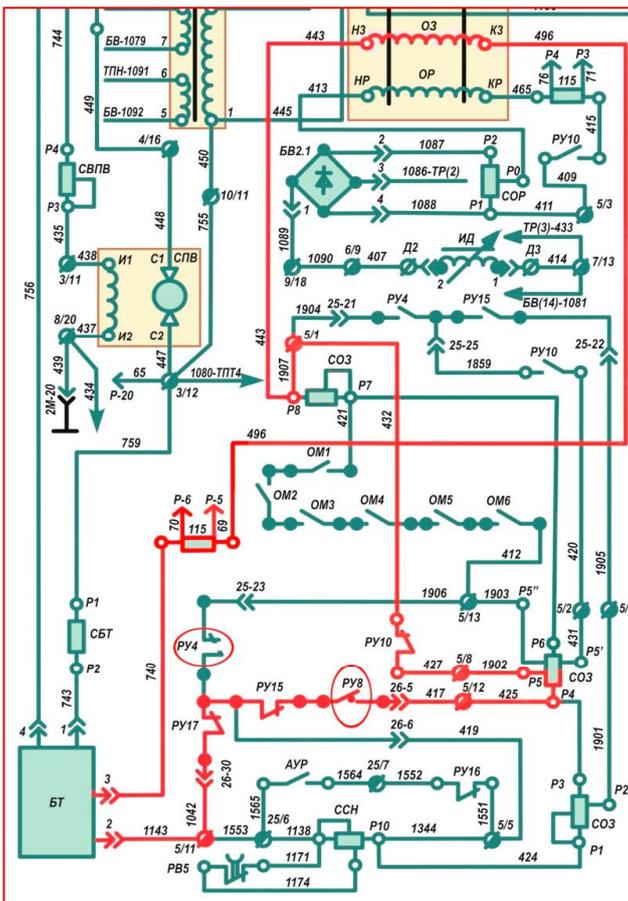
- 4320 – 5000 А – 20 мин.
- 5000 – 5500 А – 5 мин.
- 5500 – 6000 А – 3 мин.
- 6000 – 6600 А – 1 мин.

**Напряжение ТГ не должно превышать 700 – 750В.**

**Максимальный ток ТГ должен находиться в пределах 6000 – 6300 А.**

**Электрические цепи увеличения скорости тепловоза.**

**Регулирование работы тяговых двигателей.**



**Электрические цепи, создаваемые контроллером и повышение мощности дизель-генераторной установки.**

**Со 2-й позиции КМ получает питание катушка РУ8**

**Предотвращает случайное включение режима движения на позициях КМ выше первой позиции, а так же своими контактами обеспечивает плавное трогание тепловоза..**

**ЗК (1857 - 463) шунтирует часть резистора СВВ только при аварийном режиме возбуждения в цепи обмотки Н21-Н22 В.**

**ЗК (419 – 417) шунтирует часть резистора СОЗ в задающей обмотке ОЗ амплитата АВ, тем самым увеличивая возбуждение в независимой обмотке В.**

**По цепи:**

**От (+) БТ, 1143, 5/11, 1042, РК ПУ17, РК ПУ15, ЗК55 ПУ8, 417, 5/12, 425, СОЗ, 1902, 5/8, РК ПУ10, 432, 5/1, 1907, 443, НЗ-К3 ОЗ, 496, 115, 740, (-) БТ.**

**РК (1466- катушка РУ19)** предотвращает перевод работы дизеля второй секции на холостой ход, на позиции выше первой.

**РК (442 – 1865)** в цепи пуска дизеля предотвращает пуск дизеля на позициях **КМ**, например в случае, если во время прокачки масла будет, случайно, переведена рукоятка контроллера выше **1-й позиции**.

**РК в цепи катушки РУ2** не дает возможность привести тепловоз в движение на 2-й позиции **КМ** и выше.

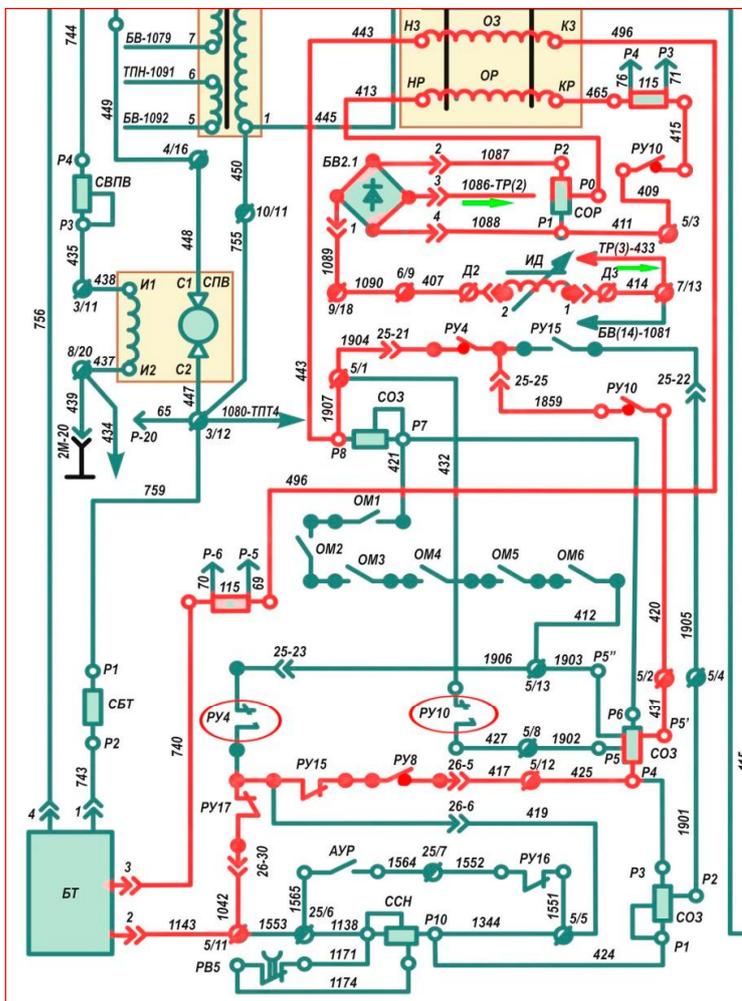
**РК ( 256 – 1291)** отключает **ВП9** включая пять **ТНВД** правого ряда в работу.

На 4-й позиции **КМ** получает питание катушка **РУ10** (**Управляет работой цепей возбуждения**). Для плавного разгона тепловоза.

**РК (1862 - 1861)** разбирает цепь питания на катушку **МР5** объединенного регулятора, тем самым включая в работу **ИД** (регулятор мощности).

До **4 позиции КМ** - **ИД** отключен для ограничения мощности при недостаточном наддуве воздуха, чем ограничивается подача топлива, а также обеспечивается плавность трогания тепловоза.

**ЗК (1857 - 464)** выводит часть резистора **СВВ** с 4-й позиции **КМ** **только при аварийном режиме работы возбудителя В**.



**ЗК (1859 - 420) и РК (432 – 427)**

выводит часть резистора **СОЗ** из цепи задающей **обмотки ОЗ** амплитата **АВ** для увеличения тока возбуждения.

**ЗК (415 - 409)** подает выпрямленное напряжение от **моста В1 (БВ 2.1)** индуктивного датчика **ИД** на регулировочную обмотку **ОР** амплитата **АВ** (подключает **ОР** через обмотку **ИД**) для корректировки внешней характеристики **ТГ** в рабочей зоне.

**По цепи:**

**От (+) БТ, 1143, 5/11, 1042, РК РУ17, РК РУ15, ЗК РУ8, 417, 5/12, 425, СОЗ, 431, 5/2, 420, ЗК РУ10, 1859, ЗК РУ4, 1904, 5/1, 1907, 443, НЗ-КЗ ОЗ, 496, 115, 740, (-) БТ.**

Для предотвращения броска мощности *ДГУ* на **4-й позиции КМ** ток генератора ограничен до **3000 А**, при этом сердечник *ИД* должен находиться полностью во вдвинутом состоянии; движение сердечника должно начаться на **5-й позиции КМ**.

С **8-й позиции КМ** получает питание катушка *РУ15*

Служит для формирования наклонных внешних характеристик *ТГ* на первых позициях контроллера.

т.к. ток при трогании с места с тяжелым поездом может достигать **4000-5000А**. *РК (1047-1098)* который до **7-й позиции КМ** шунтирует диод *В7* селективного узла *СУ*.

Вводит ограничение по току *ТГ*, где с первой по седьмую позицию ограничение отсутствует для улучшения разгонных свойств тепловоза.

Уменьшается возможность развития боксования, облегчаются трогание и разгон тепловоза, происходящие при больших токах.

*РК* и *ЗК* в цепи *ОЗ* шунтирует часть резистора *СОЗ* увеличивая мощность *ТГ* по селективной характеристике с **8 по 15 позиции КМ**.

### Ограничение мощности *ТГ* по возбуждению (напряжению).

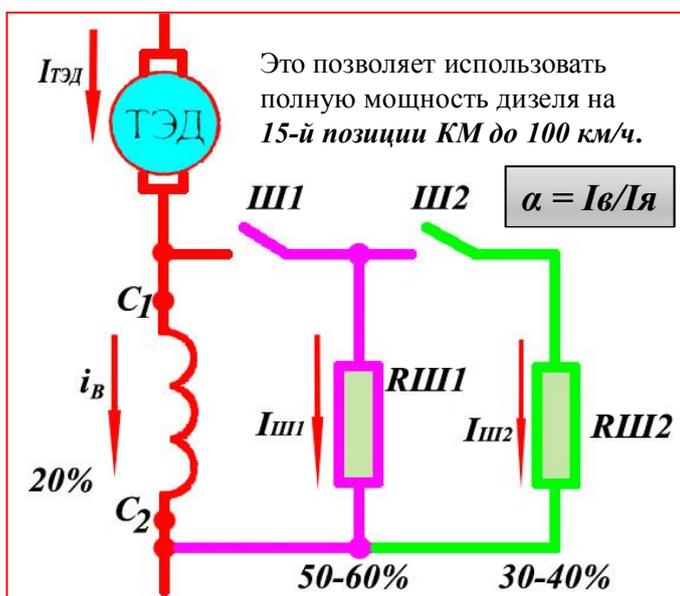
проявляется при движении с высокой скоростью, когда снижение тока *ТЭД* не вызывает увеличение напряжения *ТГ*.

Объясняется это насыщением главных полюсов *ТГ*. Чтобы не допустить этого, параллельно обмоткам возбуждения подключают две ступени резисторов для ослабления поля *ТЭД*.

### Ослабление возбуждения тяговых электродвигателей

По мере увеличения скорости тепловоза тяговый ток уменьшается, а напряжение увеличивается по гиперболической части внешней характеристики генератора так, что поддерживается постоянная мощность тягового генератора.

При определенной скорости наступает ограничение по напряжению. Дальнейшее увеличение скорости вызывает уменьшение тока при постоянном напряжении, что приводит к уменьшению отбираемой мощности.

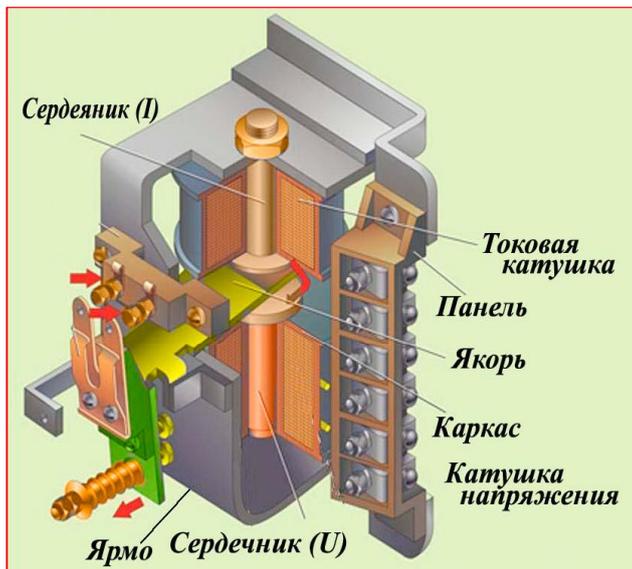


Регулятор дизеля при этом уменьшает подачу топлива, мощность дизеля не будет использоваться полностью и дальнейшего возрастания скорости не будет или будет очень незначительным. Для возврата *ТГ* в зону полной мощности и расширения диапазона скоростей тепловоза применяется двухступенчатое ослабление возбуждения тяговых электродвигателей (параллельное подключение резисторов обмотки возбуждения).

Автоматическим подключением резисторов *СШ (первой и второй ступени)*, параллельно к обмоткам возбуждения *ТЭД производится групповыми контакторами ВШ1 и ВШ2, которыми* управляют реле переходов *РП1 и РП2.*

Для *работы РП* в автоматическом режиме необходимо на *ПУ машиниста* включить *тумблер (ТУП)* управление переходами, контакты которого подготавливают цепь на катушки *ВШ от 7-го пальца с 4-й позиции КМ.*

*Тумблер служит для аварийного выключения контакторов ВШ1 и ВШ2 при неисправности*



Реле имеет один *ЗК* с двойным разрывом. Магнитная система состоит из магнитопровода (ярма) и двух катушек. *Токовой (последовательной) Напряжения (параллельной)*

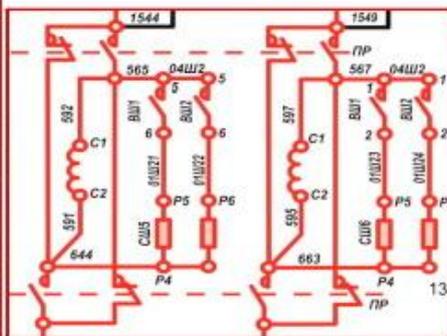
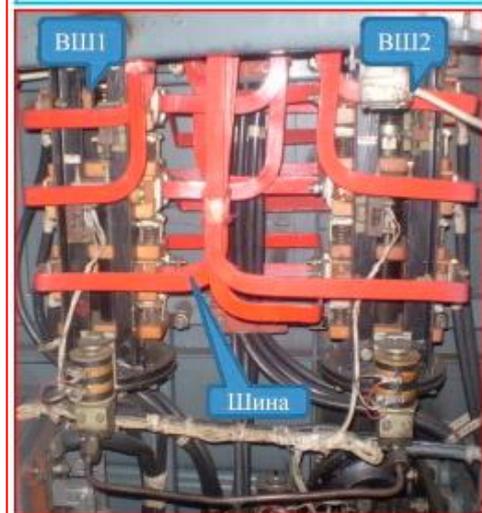
*Токовые катушки подключены пропорционально току нагрузки ТГ.*

*Катушки напряжения пропорционально напряжению ТГ.*

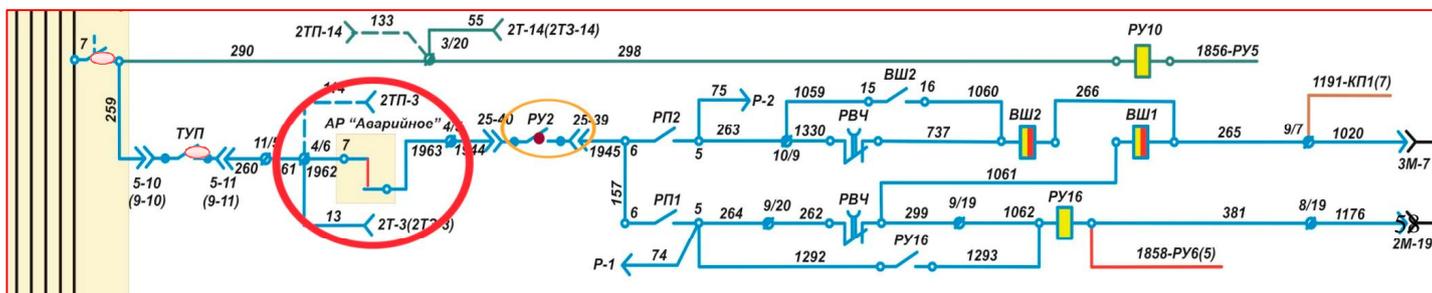
Групповой контактор типа *ПКГ – 565 без дугогасительных устройств*  
Многополюсный электропневматический контактор (*ВШ1 и ВШ2* вентиль шунтировки).

*П* – пневматический  
*К* – контактор  
*Г* – групповой  
*5* – ток силовой цепи  
*6* – количество контактных групп  
*5* – конструктивное исполнение

Предназначен для подключения параллельно к обмоткам возбуждения *ТЭД* резисторов ослабления возбуждения (*СШ1-СШ6*).



*Подготовка цепи на групповые контакторы ВШ:*  
*От А13, 1232, БУ, 1231, контакты реверсивного барабана КМ, 1242, 7-й контактный палец КМ замкнутый с 4-й позиции, 259, контакты тумблера ТУП, 260, 11/5, 261, 4/6, 1962, 7-й контакт АР в положении «нормально», 1963, 4/5, 1944, ЗК РУ2, 1945, 157, ЗК РП1.*

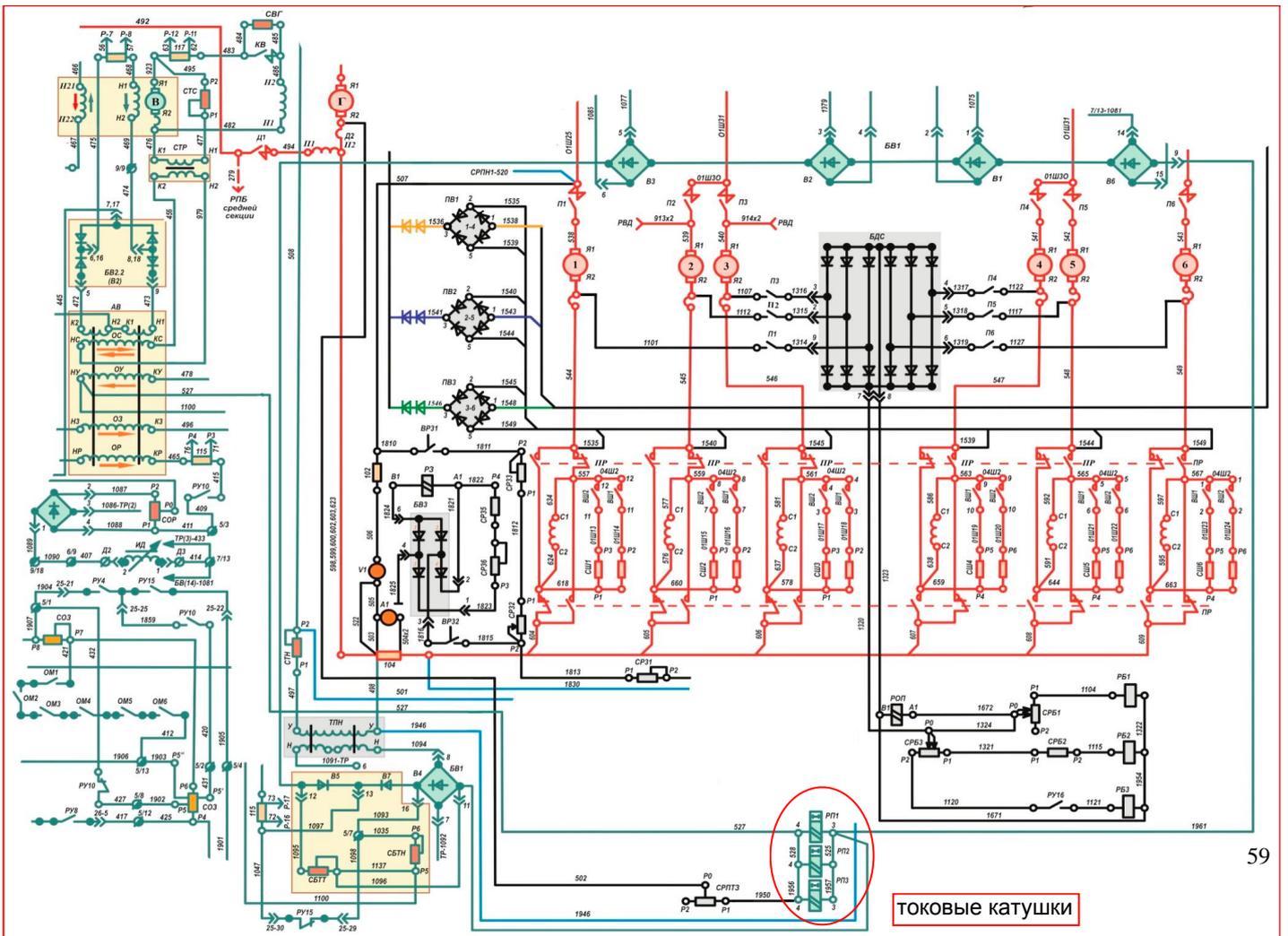
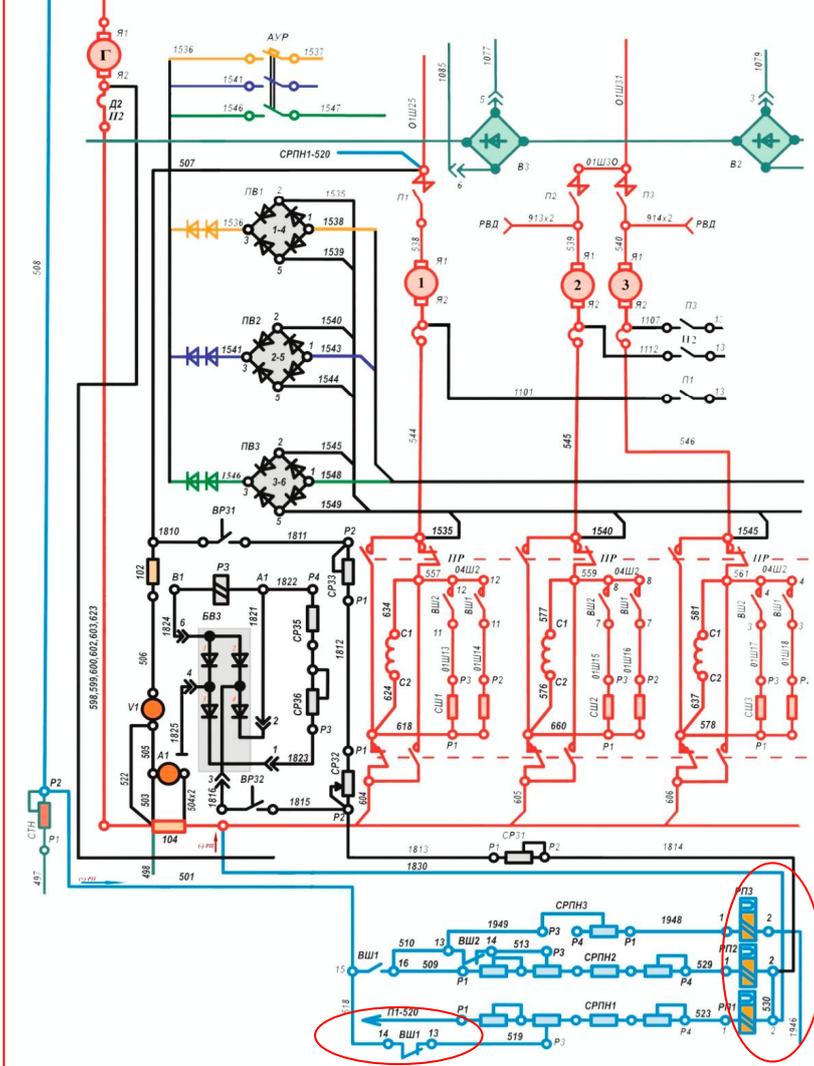


*Катушки напряжения РП1, РП2 (параллельные) включены через регулировочные резисторы СРПН1 и СРПН2 на напряжение ТГ. Магнитный поток в катушках пропорционален напряжению ТГ.*

*По цепи: (+) ТГ, 531, 537, 508, 501, 518, РК ВШ1, 519, СРПН1, 523, катушка РП1 (U), 1830, шунт 104, 598, обмотка добавочных полюсов Д2-Д1, (-) ТГ.*

*РП2 получит питание только после замыкания контакта ВШ1.*

катушки напряжения



токовые катушки

*Токовые катушки РП1 и РП2 (последовательные) подключены через резистор СРПТ параллельно обмоткам добавочных полюсов ТГ (527-1961).*

*Магнитный поток в катушках пропорционален току ТГ.*

*Для получения температурной стабильности из-за нагрева ТГ токовые катушки РП1 и РП2 подключены в цепь выхода выпрямительных мостов В1-В3, В6 от трансформаторов постоянного тока ТПТ1-ТПТ4.*

*По цепи:*

*Вывод НУ ОУ, 527, катушки РП (токовые), 1961, выпрямительный мост В6*

### *Первая ступень ослабления*

*При увеличении напряжения ТГ (290 – 310 В), где скорость тепловоза будет составлять 39 – 44 км/ч*



*Магнитный поток в катушки напряжения РП1 будет больше чем в токовой РП2 и преодолеет усилие возвратной пружины притянет якорь к своему сердечнику, замыкая контакт*

<http://locomotive.nethouse.ru/>  
[locotruck.ru](http://locotruck.ru)

*3К РП1 (157-264) собирает цепь на электропневматический вентиль привода группового контактора ВШ1и на катушку РУ16 – которая служит для повышения чувствительности противобоксочной защиты при ослабленном возбуждении ТЭД.*

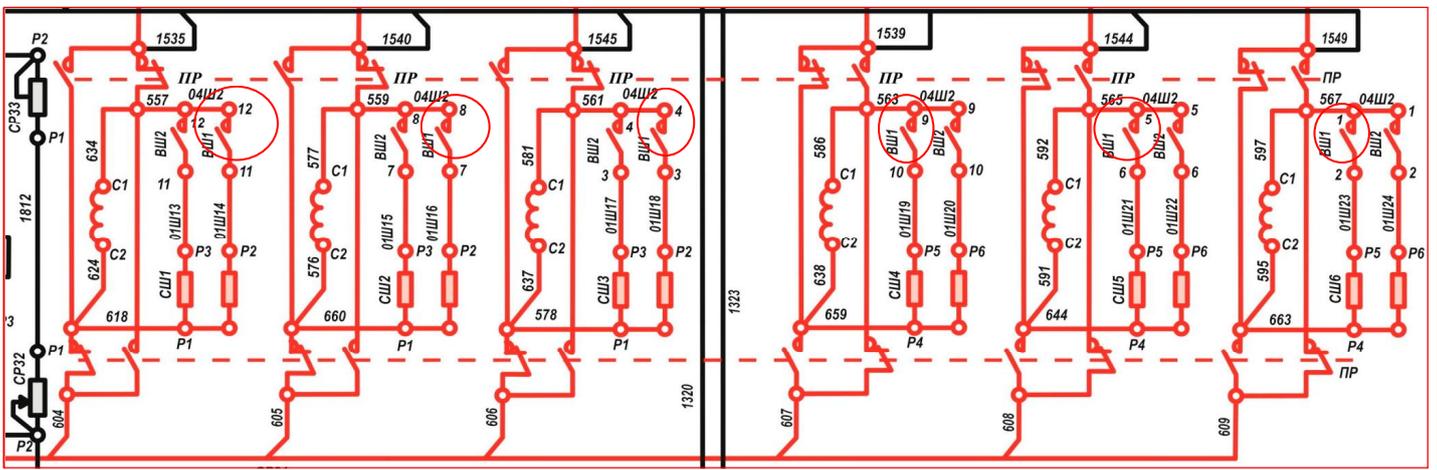
*По цепи:*

*От А13А13, 1232, БУ, 1231, контакты реверсивного барабана КМ, 1242, 7-й контактный палец КМ замкнутый с 4-й позиции, 259, контакты тумблера ТУП, 260, 11/5, 261, 4/6, 1962, 7-й контакт АР в положении «нормально», 1963, 4/5, 1944, 3К РУ2, 1945, 157, 3К РП1, 264, 9/20, 262, РК РВ4, 1061 катушка ВШ1, 299, 9/19 на катушку РУ16, (-) ВГ.*

*После получения питания катушки ВШ1*

*СЗК ВШ1 (04Ш2-01Ш14) подключает параллельно к обмоткам возбуждения 1 – 6 ТЭД, шунтирующие резисторы СШ1 – СШ6 первой ступени, где по обмоткам возбуждения ТЭД будет проходить 43-37%, а по резисторам СШ 57-63% общего тока.*

*В результате ток в обмотках возбуждения ТЭД снижается до тока якорей. Ток нагрузки ТГ увеличивается, а напряжение пропорционально снижается. Тепловоз получает возможность дальнейшего увеличения скорости движения без снижения мощности ДГУ.*



**Вспомогательными контактами ВШ1**

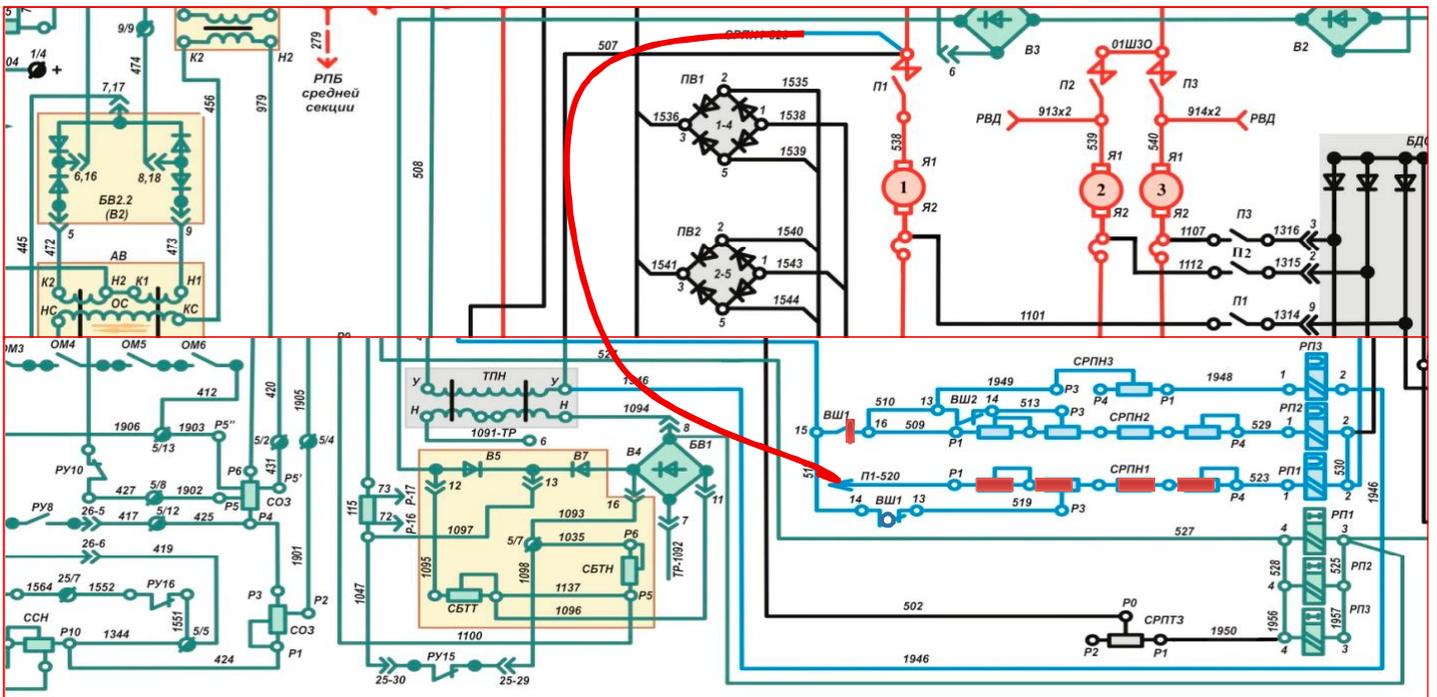
**РК (518-519) вводит в цепь катушки напряжения РП2 дополнительный резистор СРПН, подготавливая ее к отключению.**

**По цепи:**

**От СЗК П1, 520, СРПН, катушка РП1 (-) ТГ.**

**ЗК ВШ1 (501-509) подготавливает цепь на катушку РП2 для необходимого последовательного включения.**

**ЗК ВШ1 (1067-1068) собирает дополнительную цепь на КВ и ВВ параллельно ЗК РУ2 для замедления отключения КВ и ВВ при сбросе нагрузки, исключая подгар силовых контактов ВШ1 и ВШ2.**



Величина магнитного потока прямо пропорциональна намагничивающей силе, т.е. току проходящему по обмотке и количеству витков в ней.

## **Вторая ступень**

*При дальнейшем увеличении скорости и повторном снижении тока ТГ, где напряжение на 15 позиции КМ будет соответствовать (310-330В), а скорость 55 – 65 км/ч.*

*Под действием катушки напряжения включается катушка РП2 и собирает цепь на вентиль ВШ2*

*СЗК ВШ2 подключает вторую ступень резисторов СШ1-СШ6.*

*По обмоткам возбуждения ТЭД проходит 15 -19% по СШ2 35 – 39% общего тока цепи якоря ТЭД.*

*Ток ТГ увеличивается, и тепловоз получит возможность дальнейшего увеличения скорости без снижения мощности ТГ.*

*Тепловоз будет следовать на ослабленном поле*

### **Вспомогательными контактами ВШ2**

*ЗК (1070-1069) в цепи КВ и ВВ*

*ЗК (1059-1060) шунтирует РК РВ4 с выдержкой времени на замыкание 2-3 с при боксовании КП при включенном РП2, исключая звонковую работу ВШ2 при включенной катушки РВ4.*

*РК (510-513) вводит дополнительное сопротивление в цепь катушки напряжения РП2, подготавливая к отключению.*

*Это приводит к уменьшению противо – ЭДС ТЭД*

*$E = C\Phi n$ ; т.к. скорость тепловоза мгновенно не может измениться, то противо – ЭДС будет уменьшаться пропорционально уменьшению магнитного потока возбуждения.*

*С уменьшением противо – ЭДС начнет увеличиваться ток ТЭД, т.к. ток в цепи вращающегося якоря ТЭД зависит от разности приложенного напряжения и противо – ЭДС, т.е.  $I_d = U - E_d/R_d$ .*

*Следовательно, подключение шунтирующих обмотку возбуждения резисторов переводит режим работы ТГ из области ограничения напряжения на гиперболическую часть внешней характеристики, где мощность дизеля используется полностью.*

**При увеличении силы тяги и возрастании тока нагрузки ТГ, отключается под действием токовой катушки и возвратной пружины сначала РП2 при скорости 48 – 52 км/ч, и при скорости 34 – 38 км/ч отключается РП1 .**

## Список использованной литературы

1. *Б.И. Вилькевич «Электрические схемы тепловозов типов ТЭ10М и ТЭ10У» издательство «транспорт» 1993 г.*
2. *Б.И. Вилькевич «Автоматическое управление электрической передачей и электрические схемы тепловозов» транспорт 1987г.*
3. *А.П. Бородин «Электрическое оборудование тепловозов» транспорт 1988г.*
4. *С.П. Филонов «Тепловозы 2ТЭ10М и 3 ТЭ10М» транспорт 1986г.*
5. *С.П. Филонов «Тепловозы типа ТЭ10М Руководство по эксплуатации и обслуживанию» транспорт 1985г.*