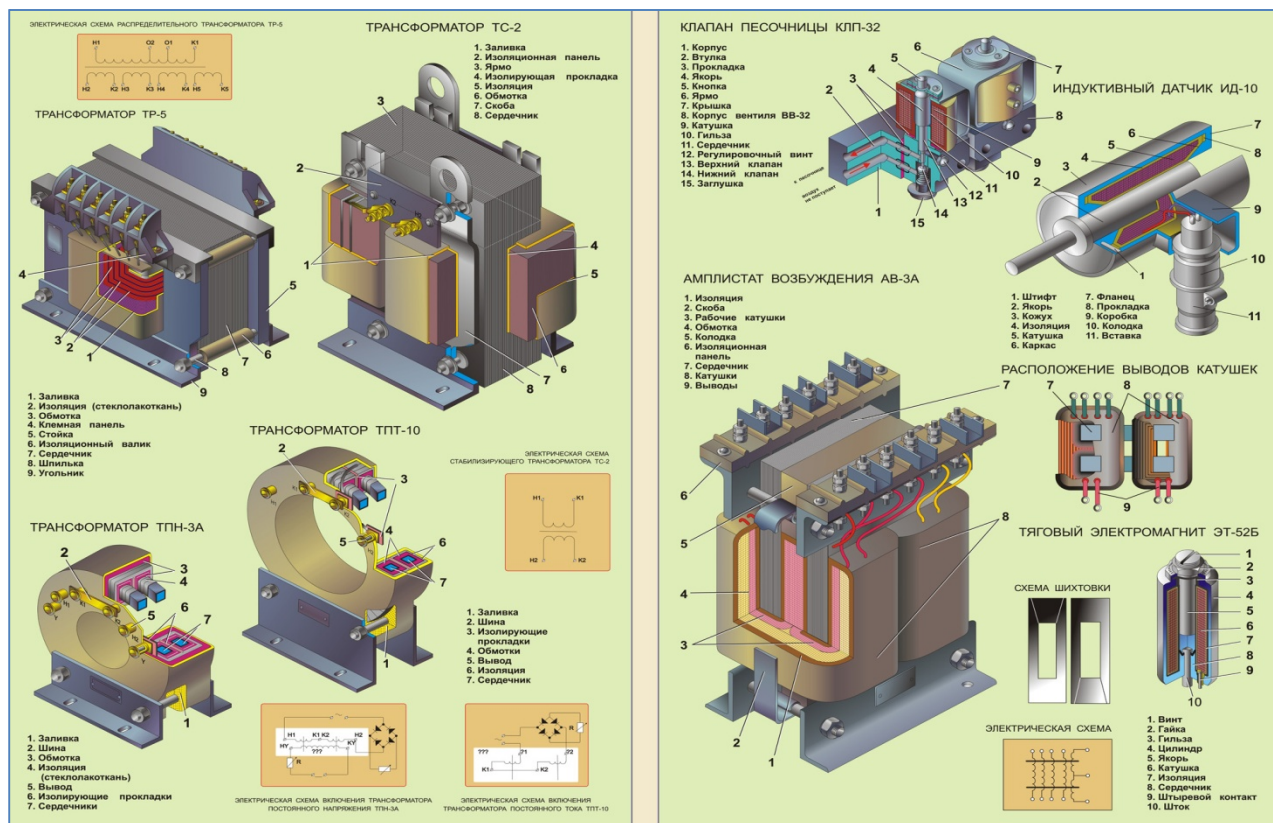


**Горьковский учебный центр профессиональных
квалификаций –
Нижегородское подразделение**



по предмету:

«Устройство и ремонт тепловозов»

Раздел: **Трансформаторы**

Наименование профессии:

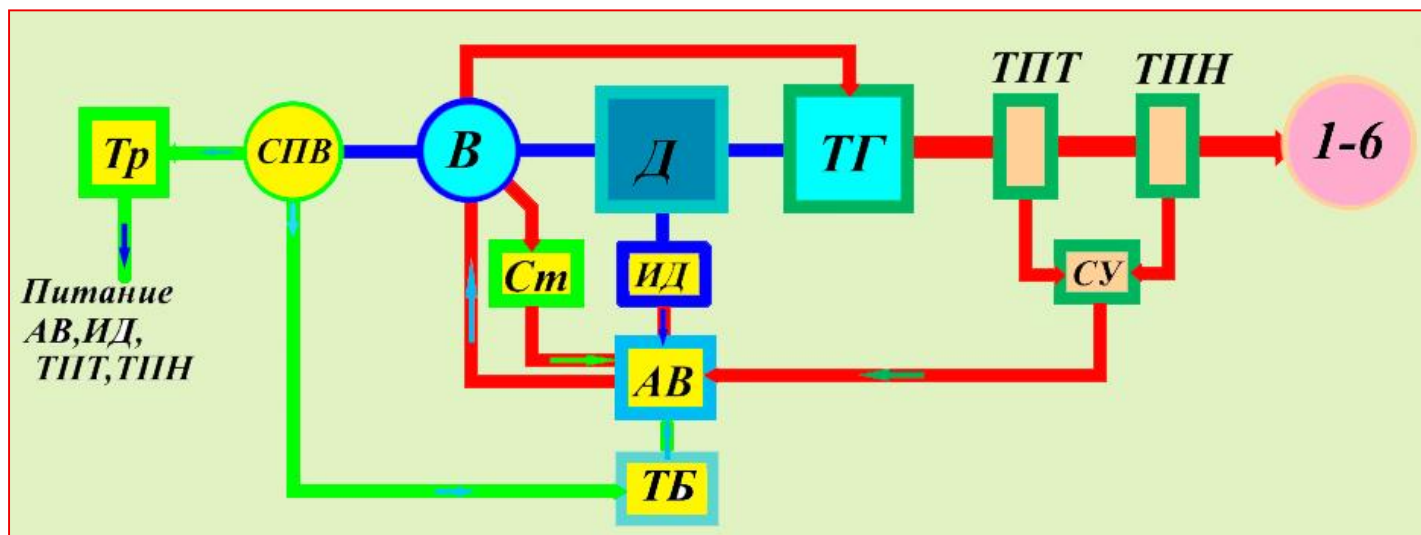
Машинист тепловоза

Код профессии: **14241**

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

Обмотка независимого возбуждения **ТГ (Н1 – Н2)** получает питание от **В**.
Возбудитель В – имеет две обмотки возбуждения.

- **Н11 – Н12** основная намагничивающая обмотка получает питание от **СПВ** через распределительный трансформатор **Тр**, рабочие обмотки (**ОР1, ОР2**) амплитата возбуждения **АВ** и выпрямитель (**В2**).
- **Н21 – Н22** размагничивающая обмотка и является аварийной, получает питание от **ВГ**, где **ВГ** также питает обмотку независимого возбуждения **СПВ (И1 – И2)**.



Основные аппараты в система автоматического управления «САУ»

Трансформатор распределительный ТР,

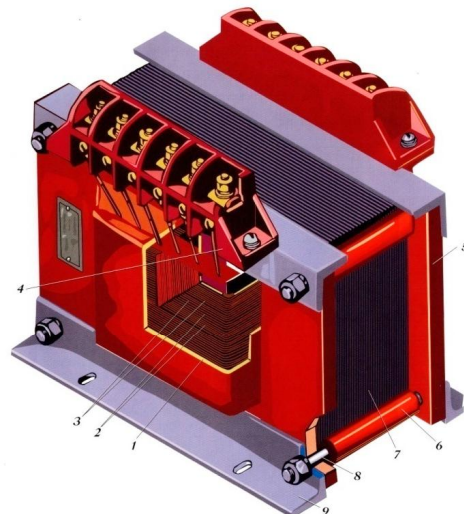
Трансформатор постоянного напряжения ТПН,

Трансформатор постоянного тока ТПТ,

Трансформатор стабилизирующий СТ

Магнитный усилитель (амплитат возбуждения) АВ.

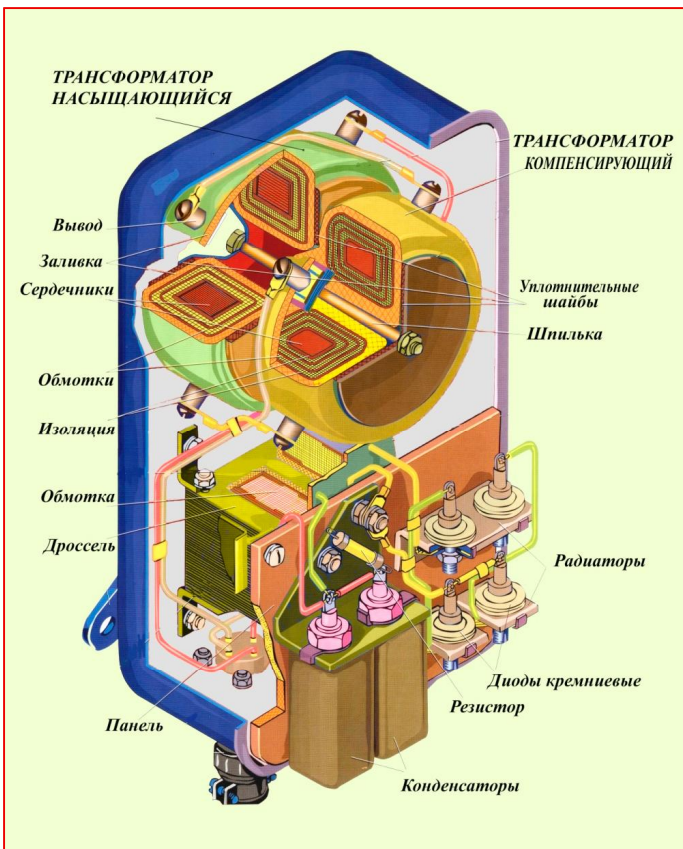
- Трансформаторы предназначены для измерения тока и напряжения, а также для питания различных потребителей тепловоза.
- По назначению разделяют на измерительные, распределительные, стабилизирующие.



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 автмплистата возбуждения.

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

Состоит:

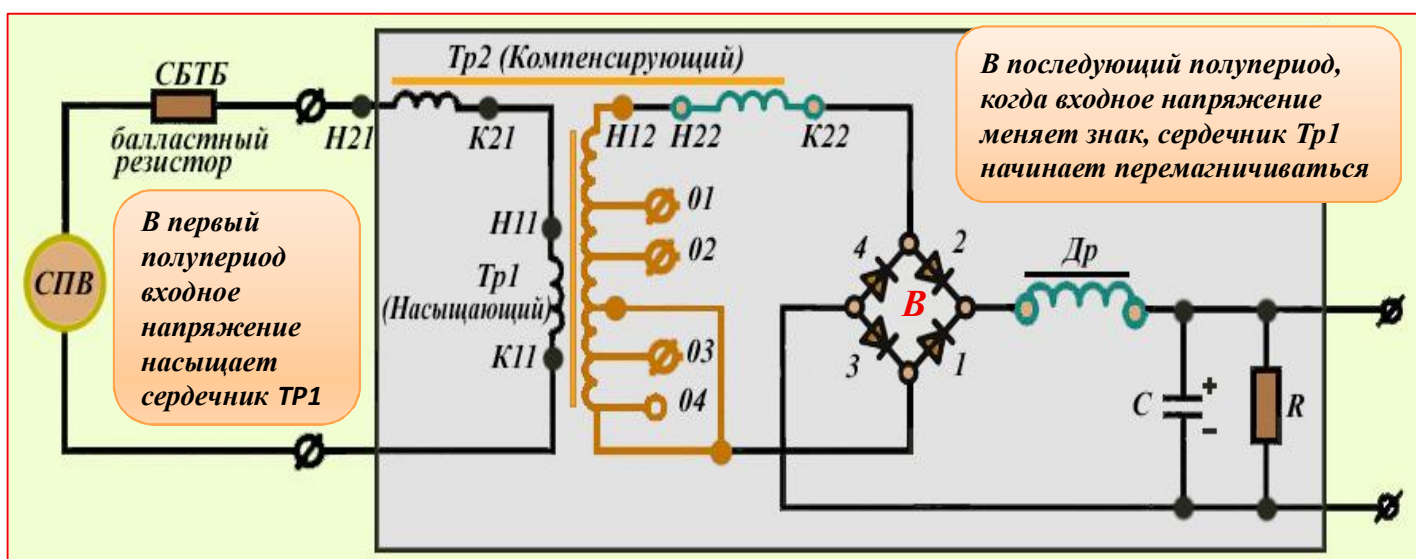
*из двух трансформаторов, насыщающегося **Tr1**, компенсирующего **Tr2**, (для повышения точности измерения частоты) выпрямительного моста **В**, сглаживающего фильтра и резистора **Р**.*

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

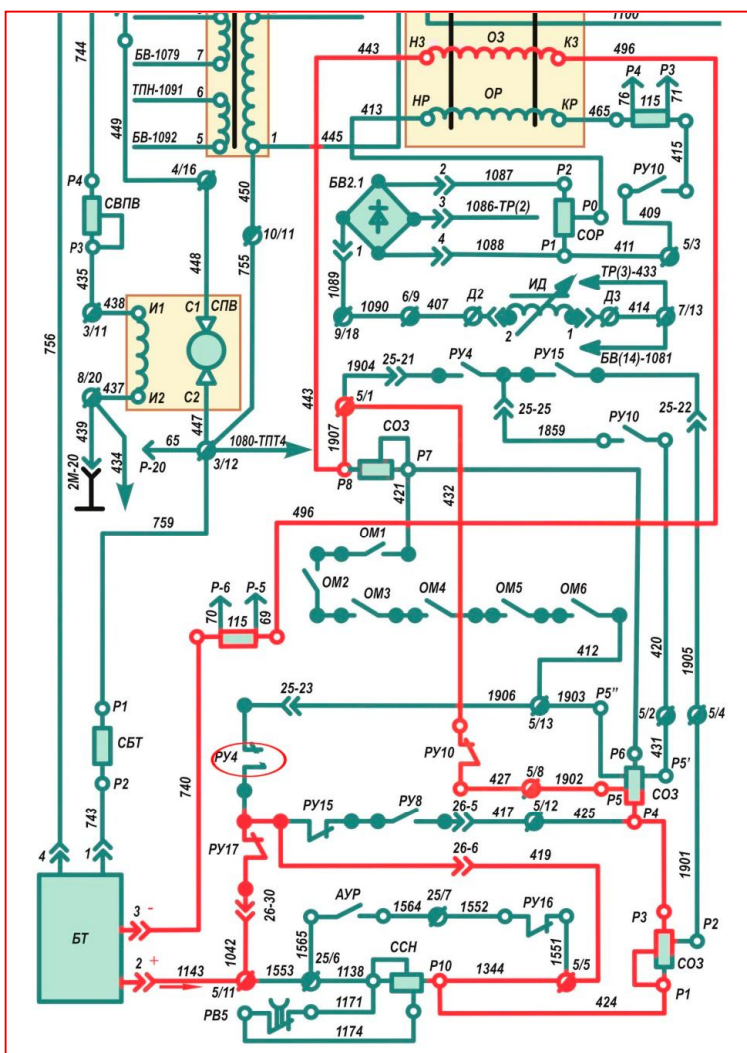
Насыщающийся трансформатор *Tr1* имеет кольцевой сердечник из пермаллоя
Компенсирующий *Tr2* – кольцевой сердечник из альсифера.

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**.



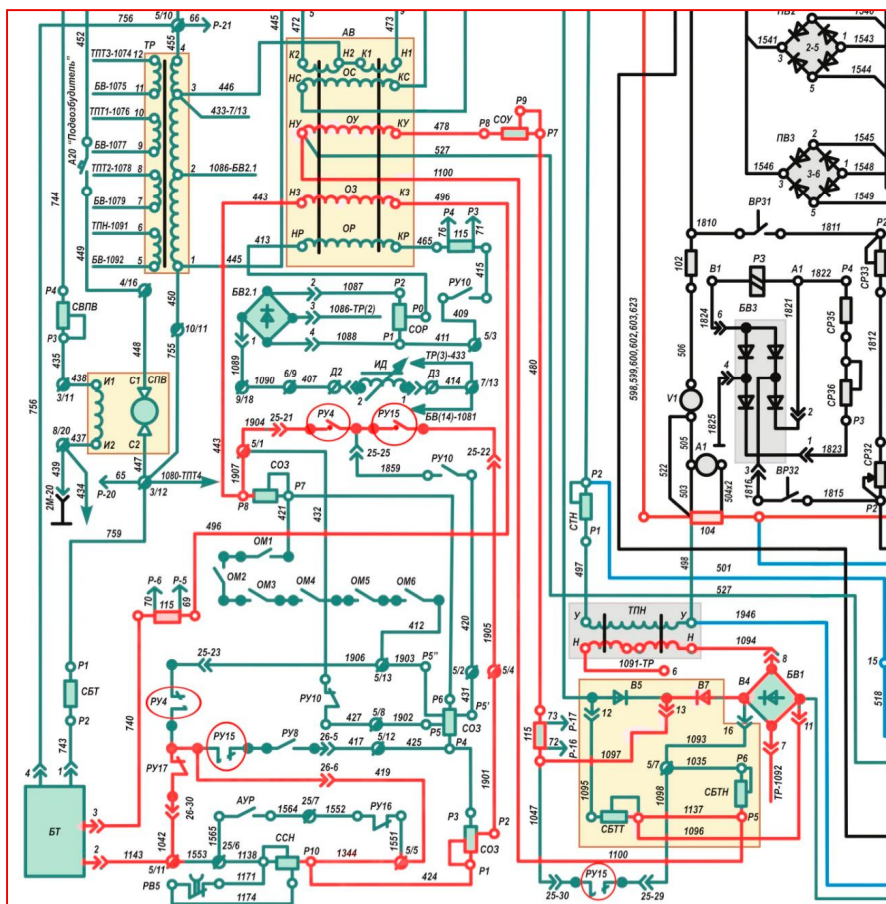
Напряжение от **СПВ** через резистор **СБТБ** подается на последовательно включенные первичные обмотки **насыщающегося *Tr1*** и **компенсирующего *Tr2*** трансформаторов. Частота питающего напряжения пропорциональна частоте вращения вала дизеля.



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

С увеличением позиций контактами **PY4, PY8, PY10 и PY15** выводится сопротивления **СОЗ** из обмотки задающей **ОЗ**, увеличивая напряжение.

- На 1-й позиции **КМ** оно составляет примерно 8 (+)(-)2 В.
- На 2-й позиции через **ЗК PY8, 417, 425...**
- На 4-й через **ЗК PY10 420, 421, 1859, ЗК PY4, 1904, 5/1, 1907, 443**
- На 15-й позиции **КМ** напряжение в **ОЗ** составляет 22 (+)(-)3В.



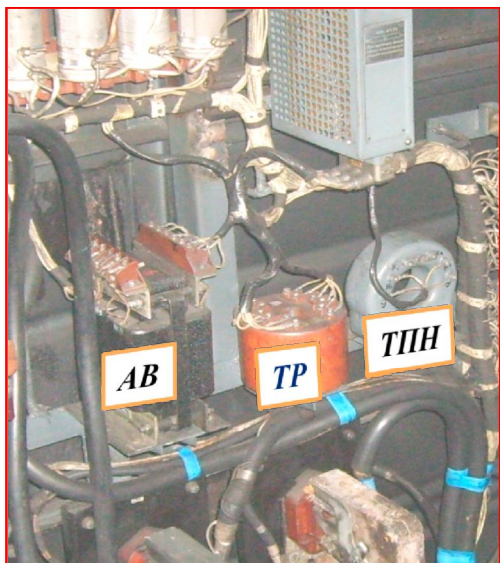
Опорное напряжение через последовательно включенный резистор **СОЗ (424-443)** в **ОЗ АВ** создает задающий магнитный поток, который сравнивается с магнитным потоком **ОУ** направленно встречно, он создается токами обратной связи по току нагрузки (**ТПТ1-ТПТ4**, выпрямители **В1, В2, В3 и В6**, резистор **СБТТ (1096-1095)** и напряжение (**ТПН**, выпрямитель **БВ2**, резистор **СБТН (1035-1137)**).

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.



Установлен в левой ВВК

Первичные обмотки:

1 – 4

1 – 2

1 – 3

Вторичные обмотки:

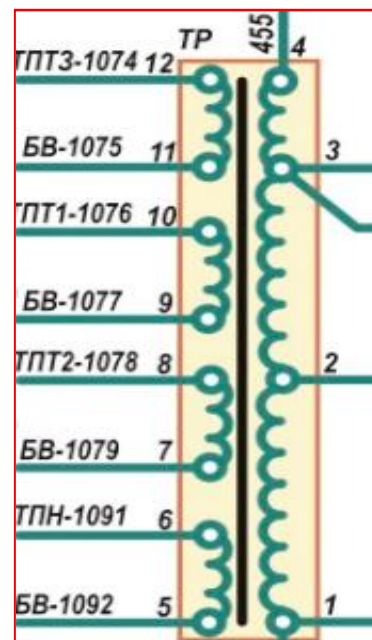
2 – 3

5 – 6

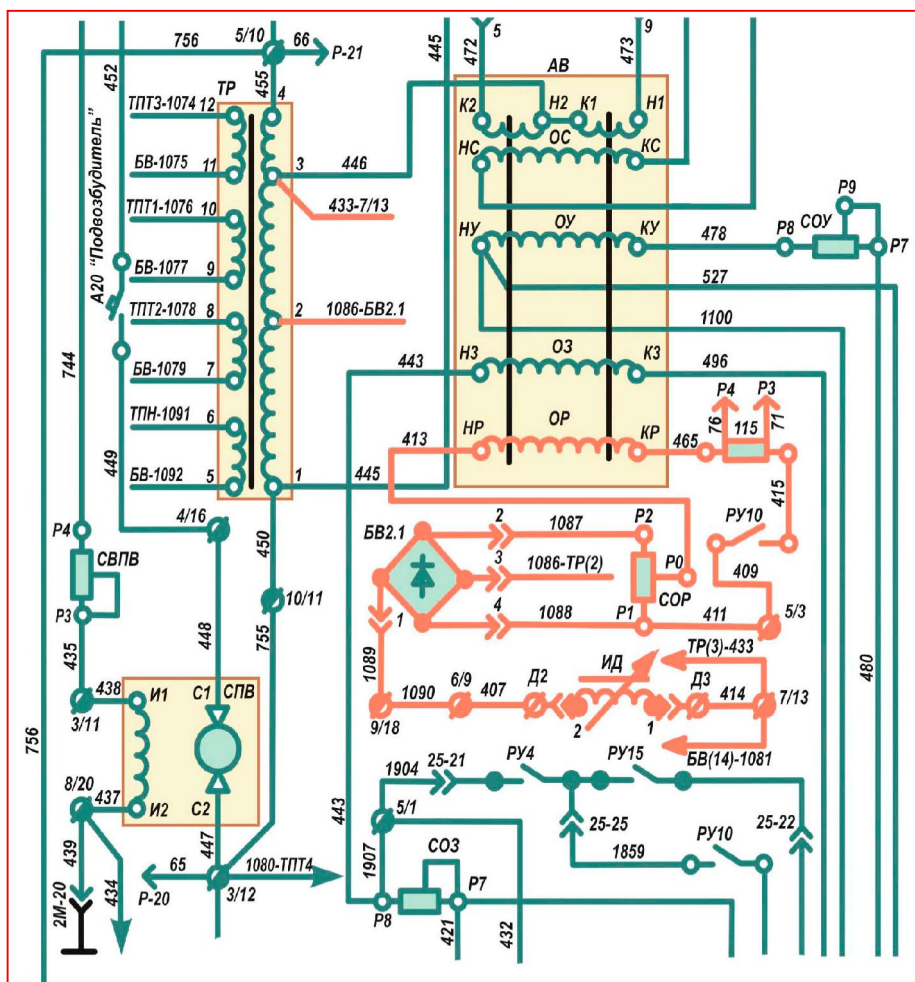
7 – 8

9 – 10

11 – 12



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



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.

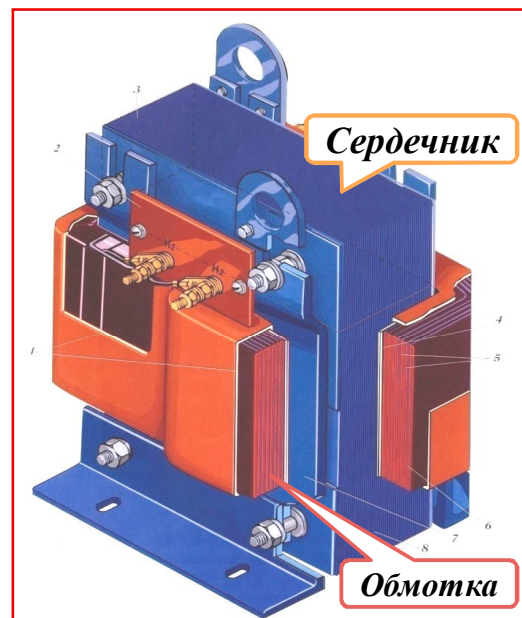


Работает в переходных режимах.

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.



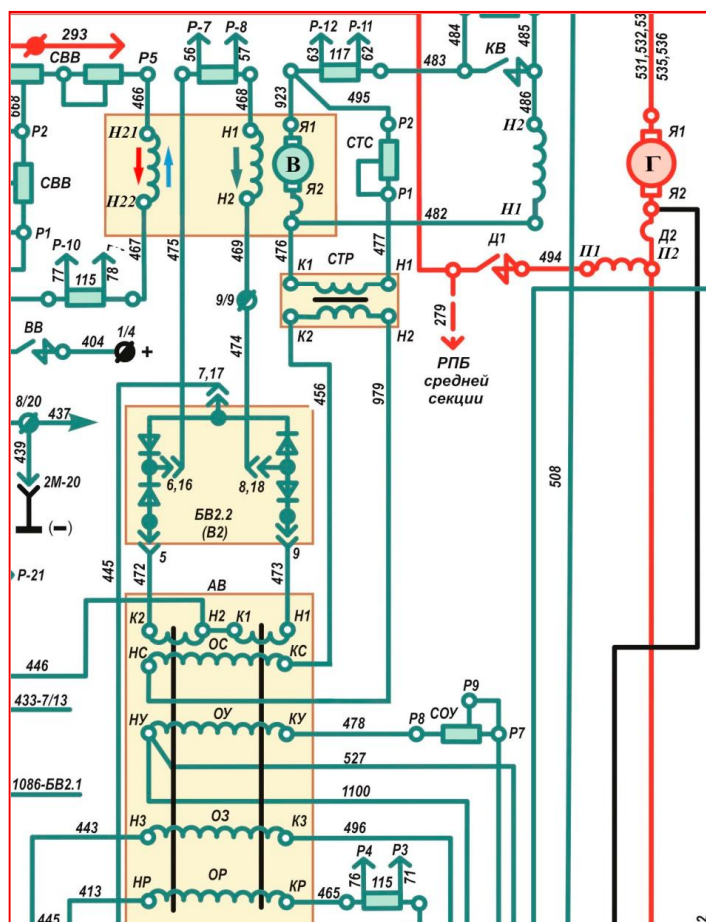
Расположен в левой ВВК

При быстром нарастании напряжения **В** он создает отрицательный сигнал в **АВ**, в результате скорость нарастания напряжения уменьшается и также замедляет снижение напряжения **В**.

При резком снижении напряжения **В** в **АВ** 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.

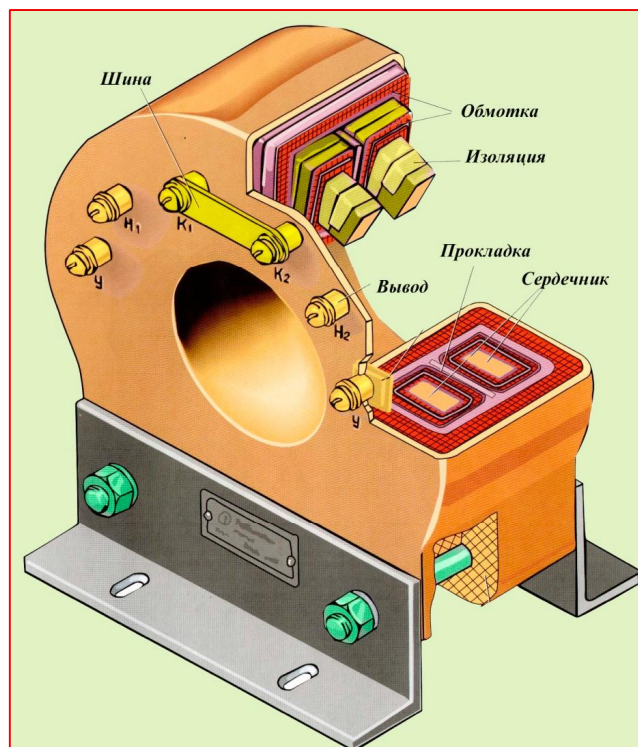


Трансформатор постоянного напряжения ТПН – служит для регулирования возбуждения **В** в зависимости от напряжения **ТГ**. Измеряет напряжение **ТГ**.

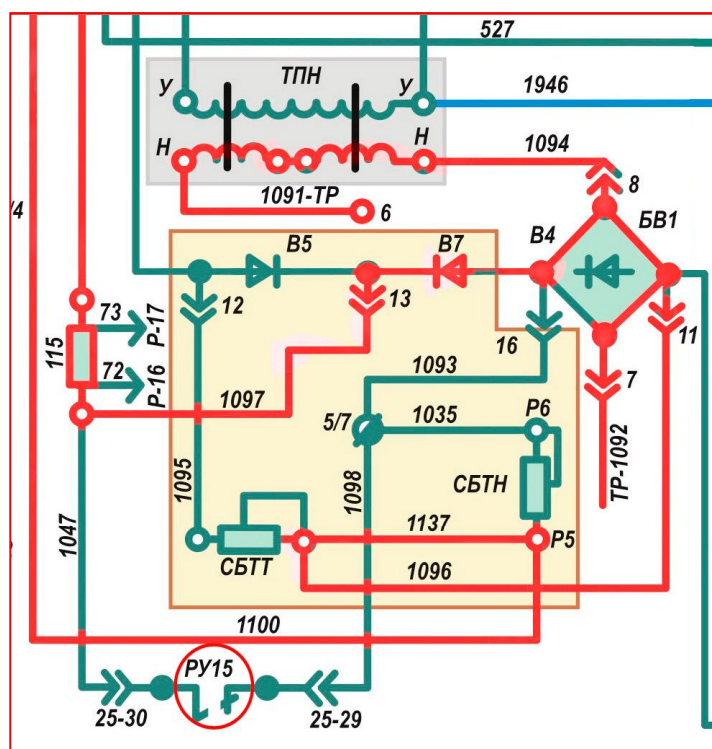
- Обмотка подмагничивания (**управляющая**) **ТПН (НУ-КУ)** включена на напряжение **ТГ** через регулирующий резистор **СТН (498-497,508)** и ток в цепи рабочих обмоток (**Н2-К2, К1-Н1**), расположенных на кольцеобразных сердечниках пропорционален **напряжению ТГ**.



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.



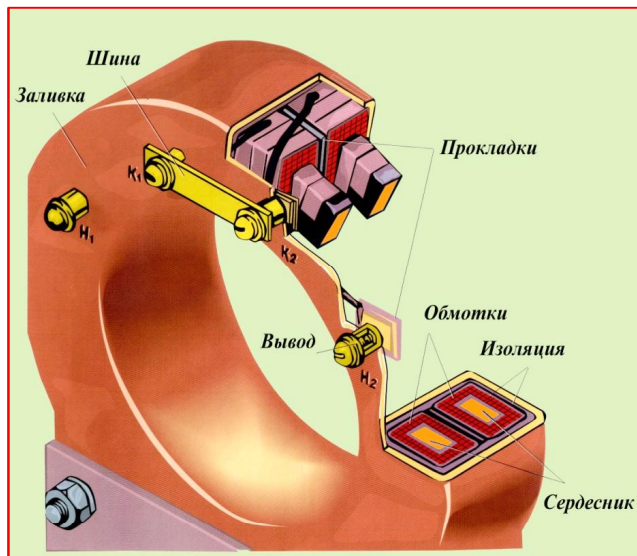
- На рабочую обмотку **ТПН** и выпрямленный мост **В4** переменное напряжение подается от обмоток **5 и 6 ТР (1091-1092)**.



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.



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**

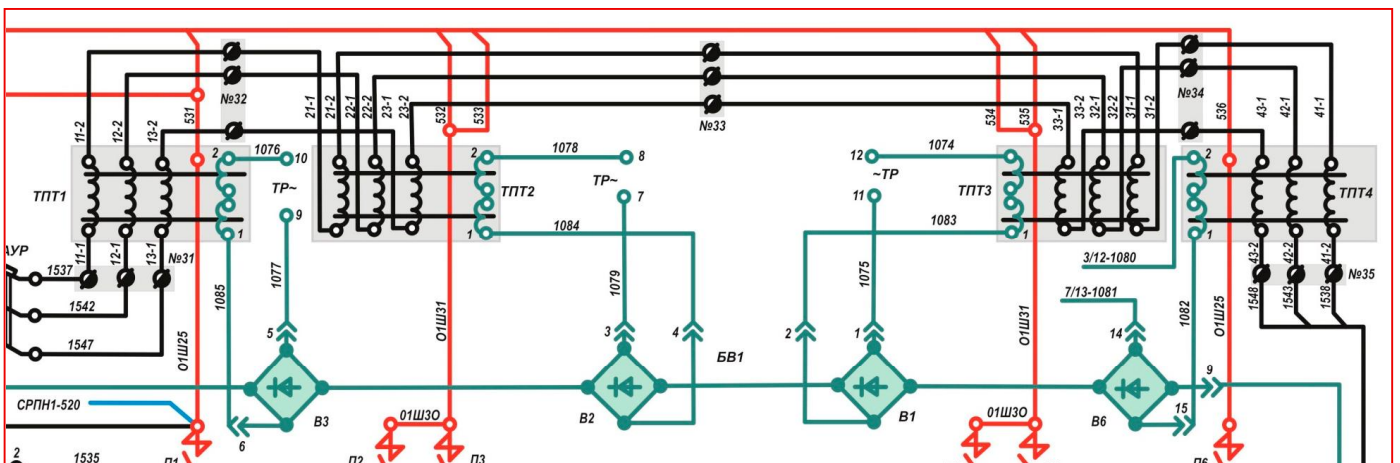
ТПТ4 – шина **01Ш25**

(Установлены в правой **ВВК**)

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.

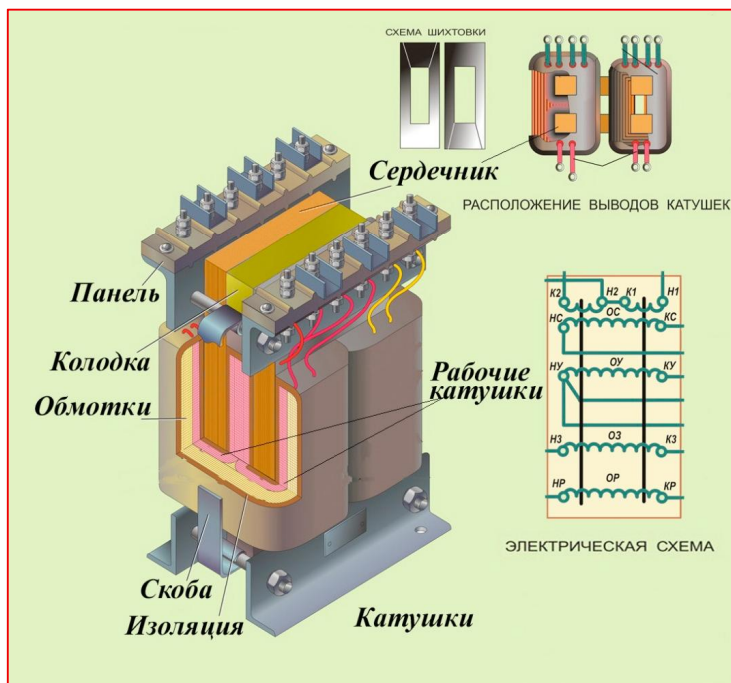
- На рабочие обмотки и выпрямленные мосты переменное напряжение подается с обмоток **ТР**.
- **9-10 ТР (1076-1077-1085) ТПТ1, В3**
- **7-8 ТР (1078-1079-1084) ТПТ2, В2**
- **11-12 ТР (1074-1075-1083) ТПТ3, В1**
- **3/12, 7/13 (1080-1081-1082) ТПТ4, В6**
- Выпрямленное напряжение через четыре последовательно 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.

- **Амлистат возбуждения АВ типа 3А** – Магнитный усилитель с внутренней обратной положительной связью. (самоподмагничиванием и выходом постоянного тока).
- **Обратная связью** 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



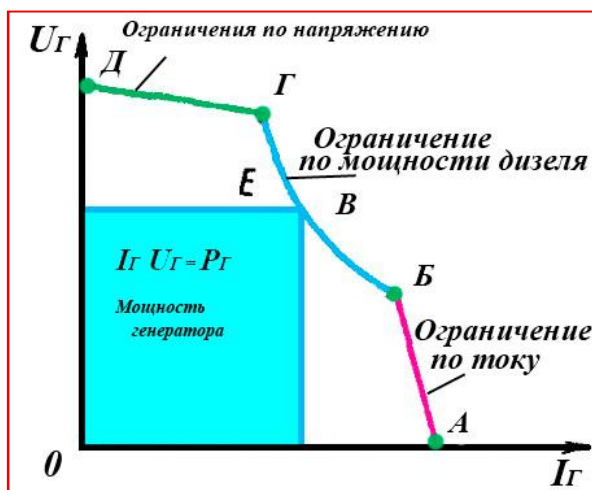
Селективная характеристика

Это характеристика **ТГ**, определяемая работой системы автоматического регулирования без регулировочной обмотки **ОР** амплистата.

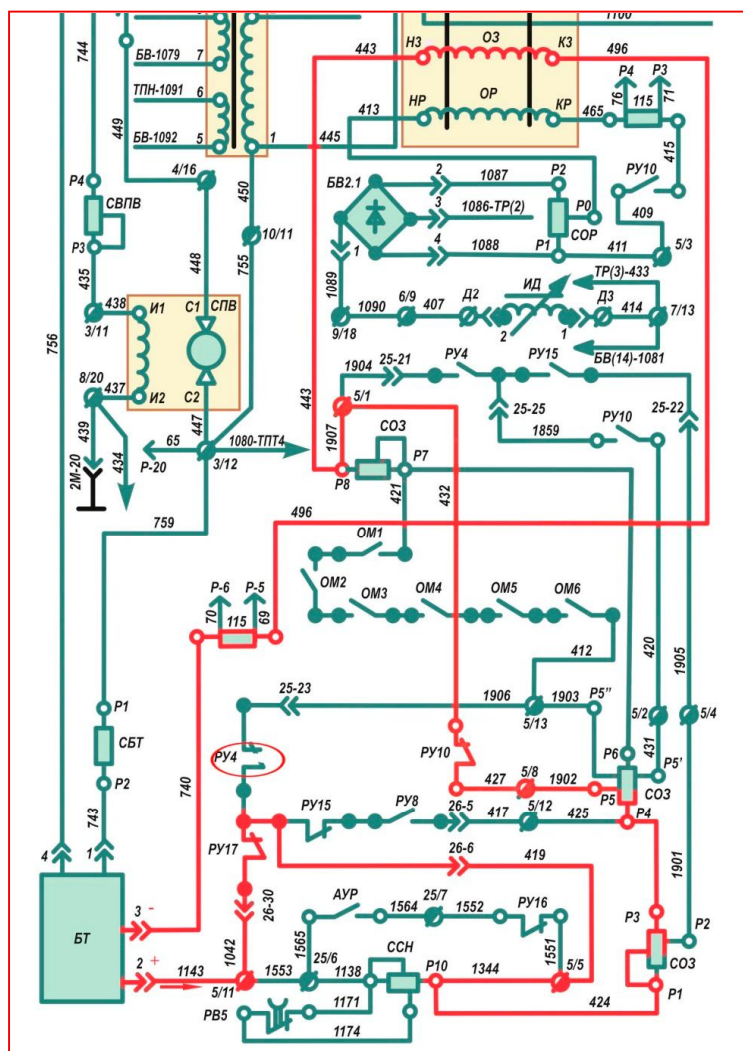
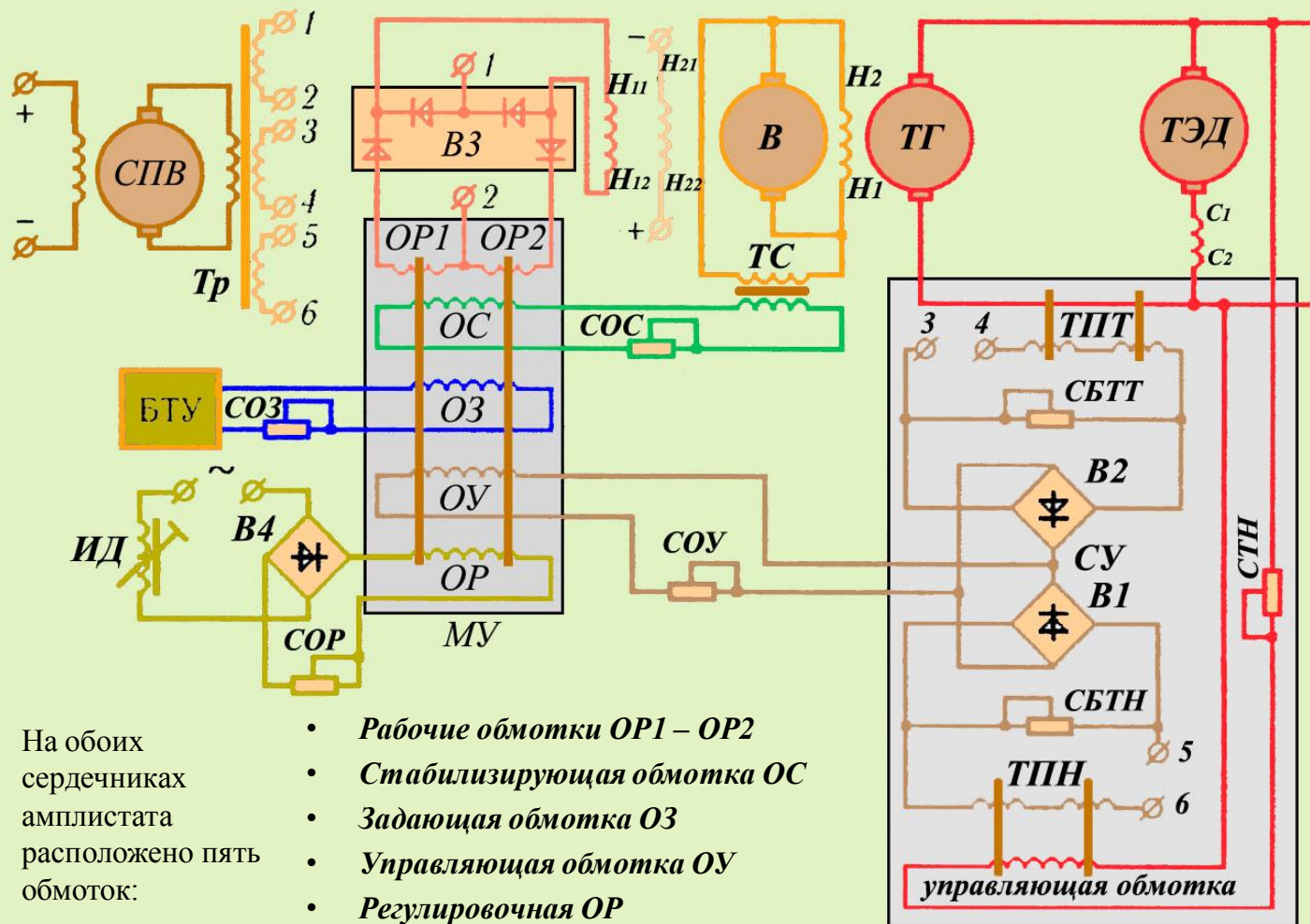
- Формирует ее **СУ (селективный узел)** который производит выбор сигналов обратной связи по току и напряжению.
- **СУ отправляет в ОУ амплистата ток ТПТ при ограничении тока, сумму токов ТПТ и ТПН при поддержании постоянной мощности и ток ТПН при ограничении наибольшего напряжения.**
- **Уровень селективной характеристики задается током подмагничивания (уставки) в ОЗ на каждой позиции КМ.**

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

- С выхода выпрямительного моста **В2** постоянным током питается **намагничивающая (Н1-Н2) обмотка возбуждения В**.
- 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 **АВ**, питаемый переменным током.
- Эта схема называется с внутренней положительной обратной связью.
- **Возбуждение В** 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 **ТГ** в зависимости от возбуждения **В** изменяется таким образом, что при всех условиях работы **ДГУ** внешняя характеристика **ТГ** является строго гиперболической, обеспечивается постоянство мощности в любой точке кривой $P=IU$.

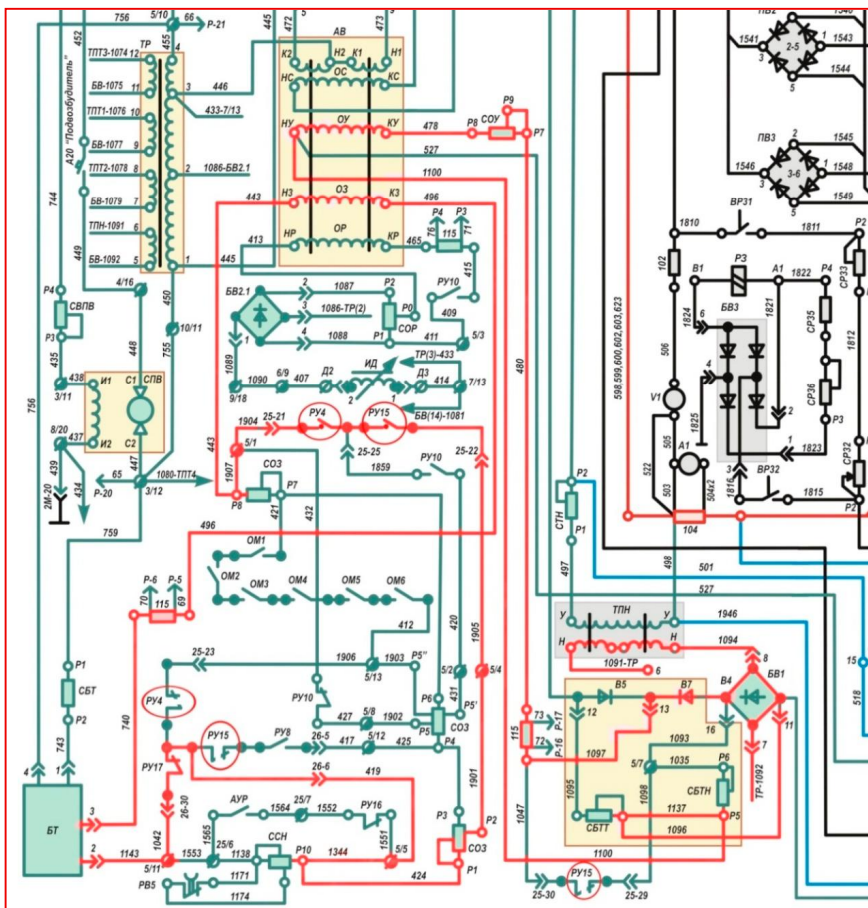


ОЗ (задающая) – получает питание от **БТ (блока тахометрического)**. Ток в ней пропорционален числу оборотов дизеля (*позициям КМ*).

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**.

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 точки между выпрямительными мостами **В1 и В2** и балластным сопротивлением **СБТТ и СБТН** устанавливается автоматически в зависимости от соотношения падений напряжения в балластных сопротивлениях **СБТТ** и которые пропорциональны току и напряжению **ТГ т.к. СБТТ и СБТН** включены в цепи рабочих обмоток трансформаторов **ТПТ и ТПН**.

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

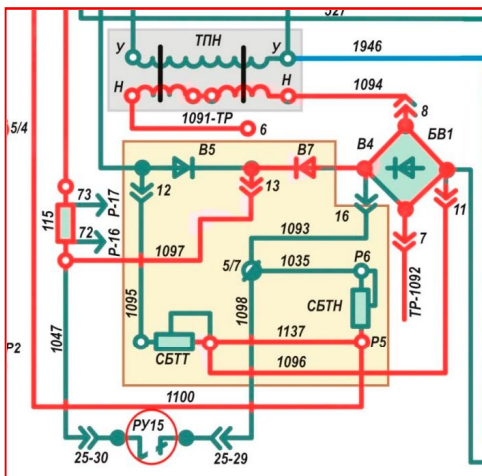
Состоит из трех областей:

Ограничения пускового тока.

Ограничения максимального напряжения.

Ограничения мощности.

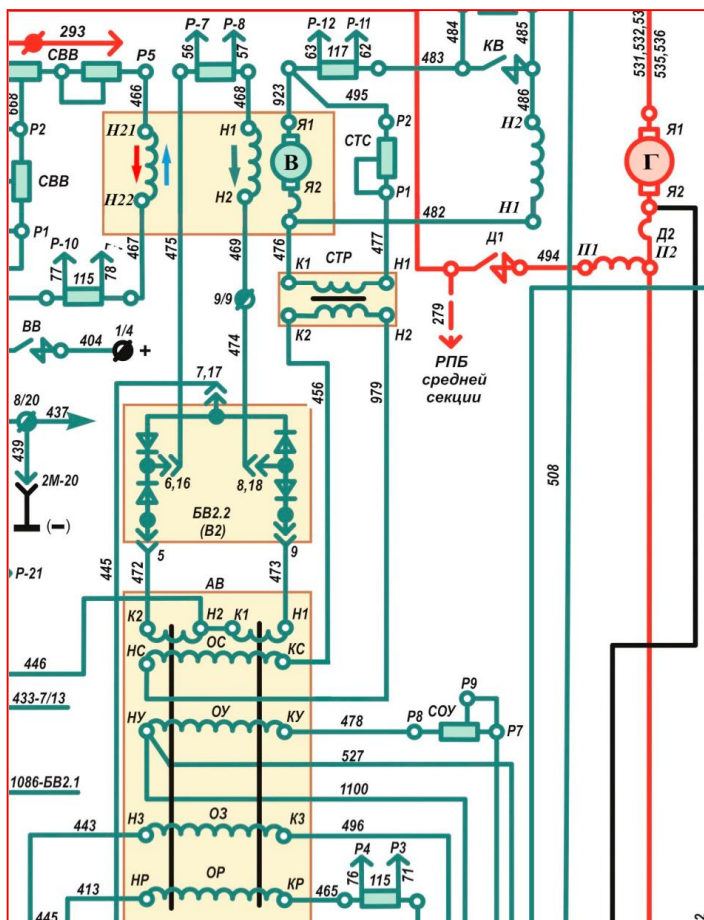
Селективный узел СУ – это узел в котором суммируются сигналы по току и напряжению **ТГ**, где результирующий сигнал передается в управляющую обмотку амплитиста возбуждения **ОУ**.



Состоит из балластных резисторов **СБТН и СБТТ**, выпрямительных мостов **В1-В4 и В6**, диодов **В5, В7**, регулируемого резистора **СОУ и ОУ (обмотка управляющая АВ)**.

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

Диоды **В5 и В7** выполняют запирающие функции в **СУ** в зависимости от уровня потенциалов.



- **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**.

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

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 не должна превышать 1 час.

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 – 750 В.

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