

УДК 621.311

**СХЕМА И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПОДСТАНЦИИ ПС «РОССЬ» 330кВ С  
УПРАВЛЯЮЩИМ ШУНТИРУЮЩИМ РЕАКТОРОМ  
SCHEME AND PRINCIPLE OF OPERATION OF THE SUBSTATION PS  
"ROSS" 330kV WITH A CONTROL SHUNT REACTOR**

А.В. Огиевич, А.Д. Рубаносова, В.В. Скакалова  
Научный руководитель – С.В. Константинова, к.т.н., доцент  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Svkon2000@gmail.com

A. Ogievich, A. Rubanosova, V. Skakalova  
Supervisor – S.V. Konstantinova, Candidate of Technical Sciences, Docent  
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** в данной научной работе мы рассмотрим, схему и принцип работы подстанции с управляемым шунтирующим реактором и её преимущества.*

***Abstract:** in this scientific work, we will consider the scheme and principle of operation of a substation with a controlled shunt reactor and its advantages.*

***Ключевые слова:** управляемый шунтирующий реактор, обмотка управления, разъединитель, трансформатор, заземляющие ножи, компенсирующая обмотка.*

***Keywords:** controlled shunt reactor, control winding, disconnecter, transformer, grounding knives, compensating winding.*

### **Введение**

Управляемый шунтирующий реактор предназначен для компенсации избыточной зарядной мощности линии электропередачи, а также для стабилизации напряжения в точках его подключения. Кроме того, в аварийных режимах быстрое управление мощностью реактора повышает устойчивость энергосистемы. По сравнению с традиционным шунтирующим реактором (ШР), который, в свою очередь, является пассивным элементом сети и служит для компенсации избыточной зарядной мощности в линиях электропередачи сверхвысокого напряжения (ЛЭП СВН) УШР— активный элемент, который предоставляет возможность осуществлять управление режимами энергосистемы. Однако, следует принять во внимание, что УШР обладает существенно более сложной конструкцией, по сравнению с ШР, и, как следствие, требуют более значительных затрат на их установку и эксплуатацию. Поэтому их использование требует технико-экономического обоснования в каждом индивидуальном случае.

### **Основная часть**

На рассматриваемой ПС 330кВ/220кВ/110кВ/35кВ «Рось» установлены два силовых трансформатора АТ-3 200 МВА 30/110/35 кВ и АТ-1 125 МВА 220/110/35 кВ (рисунок 1).

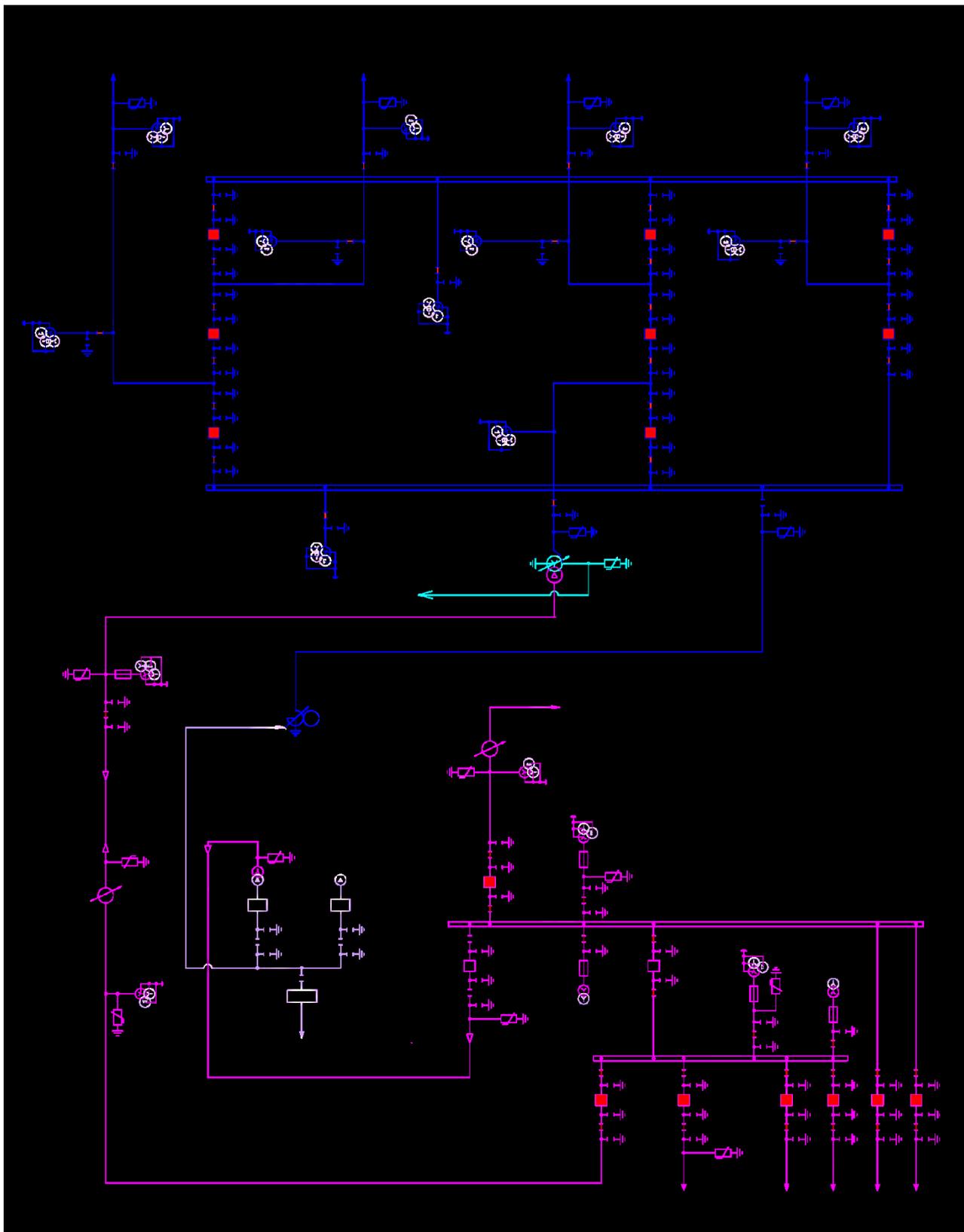


Рисунок 1- Пусковая схема для комплексного опробования УШР 180МВАр на ПС 330кВ «Россь»

ПС 330кВ «Россь» подключена к энергосистеме четырьмя линиями 330 кВ:

1. ВЛ 330 кВ Белорусская АЭС-Россь протяжённостью 42,8 км
2. ВЛ 330 кВ Барановичи-Россь протяжённостью 87,1 км
3. ВЛ 330 кВ Белоозёрск-Россь протяжённостью 34 км

4. ВЛ 330 кВ Гродно-Южная-Россь протяжённостью 42,2 км

Как известно, протяжённые линии, которые мы можем наблюдать на схеме выше, приводят к увеличению реактивной мощности, а, соответственно, к потере электроэнергии в сетях. Для компенсации (уменьшения) потерь в электросетях 330кВ на ПС 330кВ «Россь» установлен управляемый шунтирующий реактор (УШР), подключённый к первой секции шин 330 кВ. [3]

УШР имеет компенсационную, сетевую и обмотку управления (рисунок 2).

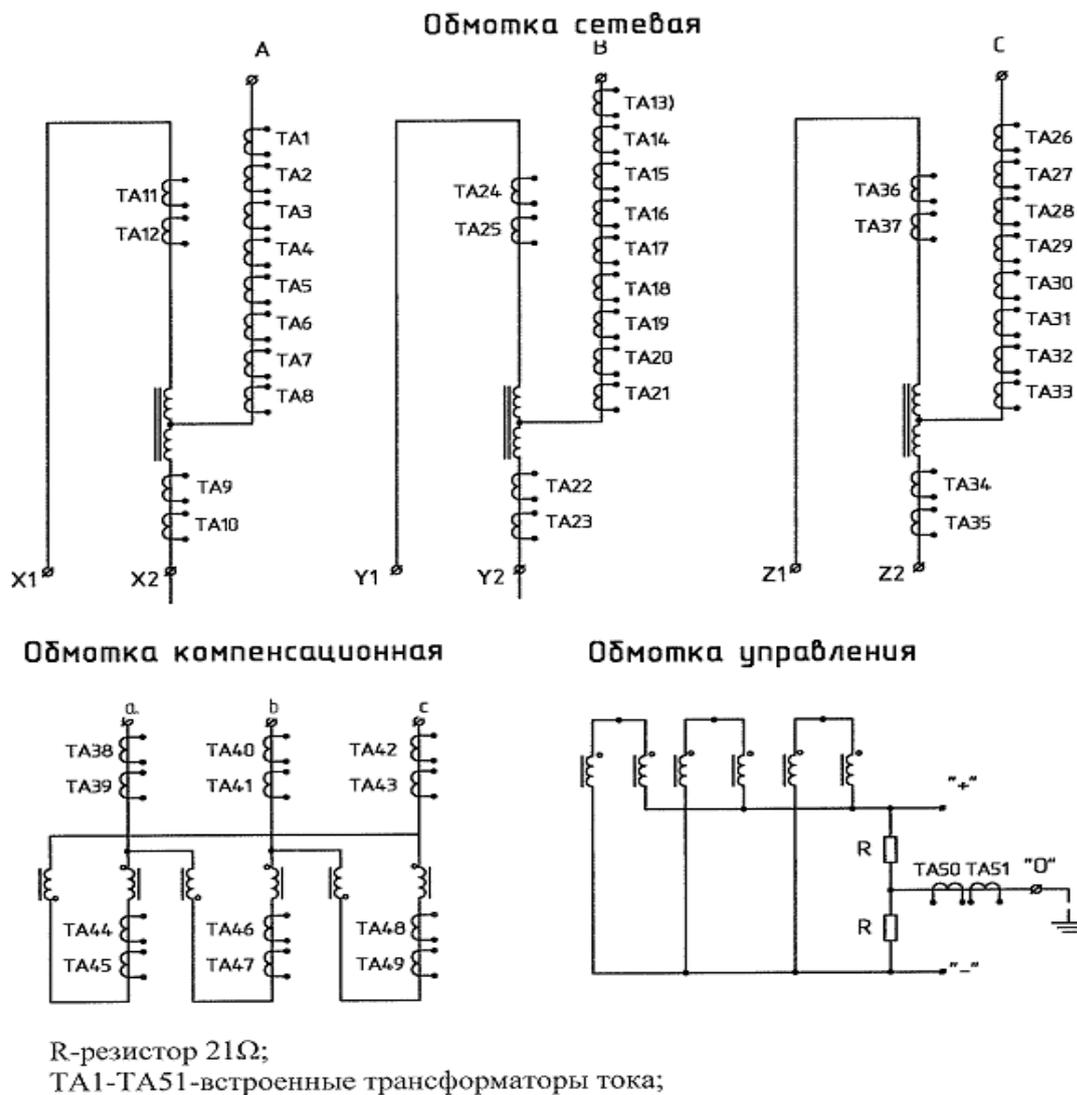


Рисунок 2- Схема электрическая принципиальная электромагнитной части

1. Сетевая обмотка (СО)- необходима для передачи мощности в основную сеть 330кВ. Сетевая обмотка электромагнитной части реактора РТДУ-180000/330-У1 соединена в звезду с выведенными наружу с помощью вводов (X1, X2, Y1, Y2, Z1, Z2) нейтральными концами, предназначенными для подключения к контуру заземления подстанции.
2. Линейные вводы (А, В, С) фаз СО электромагнитной части реактора подключают к шинам подстанции или линии, нейтральные вводы - к контуру заземления подстанции.
3. Обмотка управления (ОУ)соединена в двойную звезду с встречно

включенными секциями, что обеспечивает равнопотенциальность нейтральных концов ОУ относительно индуктированного в ней напряжения. Подсоединенные к вводам «+» и «-» указанные нейтральные концы образуют вход управления электромагнитной части.

4. Вход управления предназначен для подключения полупроводниковых преобразователей из состава преобразовательных блоков. Кроме того, нейтральные концы ОУ подключены через равные плечи резистора R, установленного в баке электромагнитной части, к контуру заземления подстанции с помощью заземляющего ввода «О».

5. Компенсационная обмотка (КО) выполняет две основные функции – исключения из потребляемого сетевого тока гармоник, кратных трем, и питания основного трансформатора с преобразователем, обеспечивающего требуемый уровень подмагничивания магнитопровода через ОУ. Компенсационная обмотка соединена в треугольник. Вводы компенсационной обмотки (a, b, c) подключают к первичным обмоткам трансформаторов из состава преобразовательных блоков, обеспечивающих необходимое подмагничивание магнитной системы электромагнитной части.

6. Электромагнитная часть, по сути, представляет собой трехфазное статическое плавно регулируемое индуктивное сопротивление.

На подстанции «Россь» 330 кВ УШР подключён к первой секции шин 330кВ через разъединитель Р-330 УШР с защитой ОПН-330 УШР. ОПН – ограничитель перенапряжения, в случае попадания молнии основной ток молнии пойдёт через него в землю. [1]

Работа УШР осуществляется с помощью обмотки управления (дополнительная обмотка УШР, предназначенная для создания управляющего магнитного поля), рассчитанной на напряжение 0,4кВ. Управление ОУ возможно при подключении её от сети 35 кВт ВТПЕ-21/300-У1 (выпрямитель трёхфазный постоянного тока воздушного естественного охлаждения) .

К сети 35кВ ОУ соединена через разъединитель 2 Р ОУ с заземляющими ножами 2 ЗН ОУ, ПР (полупроводниковый преобразователь резервный) и ТПР1МВА 35/0,4 кВ (трансформатор преобразовательный резервный) имеющий защиту ОПН. ТПР в свою очередь соединён с секцией шин 35 кВ.

К ВТПЕ-21/300-У1 ОУ соединена через разъединитель ВТПЕ (Р ВТПЕ) и далее к щиту собственных нужд (ЩСН). В ТПЕ представляет собой трехфазный мостовой преобразователь с несимметричной схемой, в котором одна из групп силовых вентилях – управляемая тиристорная, а другая – неуправляемая диодная. Выпрямитель помещается в шкаф для наружного размещения, совместно с питающим силовым трансформатором. Посредством силовых вводов, установленных на крыше шкафа, полюса выпрямителя подключаются к обмотке управления УШР.

Компенсационная обмотка (КО) УШР подключена через ОПН-10кВ КО, вакуумный выключатель В-10, который используется в качестве коммутатора, призванного выполнять отключение оборудования на случай аварийных ситуаций или в рамках текущей эксплуатации, сам ТПО (трансформатор

преобразовательный основной), ПО (полупроводниковый преобразователь основной) 0,4кВ, разъединитель ПО с заземляющими ножами.

Высоковольтные разъединители предназначены для включения и отключения электроустановок (только без нагрузки!) и обеспечения видимого разрыва цепи.

Управление в самом УШР происходит благодаря САУ.САУ – система автоматического управления предназначена для автоматического управления индуктивностью управляемого подмагничиванием шунтирующего реактора посредством двух полупроводниковых преобразователей, формирующих ток подмагничивания реактора с целью стабилизации напряжения в сети 330 кВ или для автоматического поддержания заданной мощности (тока) реактора; предварительного подмагничивания реактора и обеспечения динамических режимов, а также перевода реактора в режим холостого хода при возникновении аварийных режимов и перегрузок, или для плавного управления индуктивностью УПШР в ручном режиме. Предварительное подмагничивание реактора обеспечивается от ПР, запитанного от сети 35 кВ подстанции, либо от преобразователя ВТПЕ, запитанного от сети 0,4 кВ подстанции.

В соответствии с указанным назначением САУ должна выполнять следующие функции:

- Автоматическое управление величиной индуктивности УПШР в заданных пределах для обеспечения стабилизации напряжения на шинах 330 кВ подстанции;
- Обеспечение режима ручного регулирования тока УПШР ступенчатым изменением угла управления тиристорами ПП;
- Автоматическое поддержание заданного значения тока сетевой обмотки реактора;
- Перевод УПШР из режима автоматического управления в режим ручного управления и обратно;
- Индикация параметров режима, заданных уставок регулирования и состояния схемы комплекса РТУ-180000/330;
- Сигнализация о перегрузках и повреждениях в преобразователе ПП;
- Контроль перегрузки УПШР по току сетевой обмотки с последующим автоматическим ограничением мощности и выдачей сигнала;
- Контроль перегрузки и перегрева преобразователей с последующим автоматическим ограничением мощности и выдачей сигнала;
- Контроль управления тиристором преобразователей;
- Обеспечение режима предварительного подмагничивания УПШР;
- Обеспечение автоматической (без участия оперативного персонала) подготовки реактора к включению и включение его в сеть 330 кВ по командам от систем ПА и АСУ ТП;
- Обеспечение возможности изменения мощности реактора по командам от системы ПА с использованием сухих контактов. [1]

## **Заключение**

В ходе проделанной работы было установлено, что рассматриваемые управляемые шунтирующие реакторы (УШР) рекомендуется устанавливать для снижения потерь в сетях и регулировки уровней напряжения на всех подстанциях 330 кВ и выше в Белорусской энергосистеме.

### Литература

1. Фарамакс. Специализированные производители силовых трансформаторов и управляемые шунтирующие реакторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.faramax.com/>. – Дата доступа: 21.02.2022.
2. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>. – Дата доступа: 25.02.2022.
3. Курилович, И.Ф, Первый в Гродненской области / И.Ф, Курилович // Энергетик Принеманья. – 2021. – № 6. – С. 3-5