

УДК 537.1

Ахметшин Р.С., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАО ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»;
Дрогайлова Л.Н., старший преподаватель, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»;
Валиев Р.И. старший преподаватель, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ОТКРЫТОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ОРУ - 110(220)КВ

Аннотация: предложено техническое решение, обеспечивающее вывод в ремонт выключателя сдвоенного мостика без погашения нагрузок подстанции за счет предусмотренного ремонтного байпасного шунта из двух разъединителей и дополнительного общего разъединителя, соединяющего среднюю точку упомянутых двух ремонтных байпасных шунтов и среднюю точку между двумя выключателями сдвоенного мостика.

Ключевые слова: открытое распределительно устройство, «сдвоенный мостик» из двух выключателей, ремонтный шунт для выключателя.

Для проходных подстанций с двухсторонним питанием существует схема 5Н – мостик с выключателями в цепях линий и ремонтной перемычкой со стороны линий. На напряжении 110 и 220 кВ мостиковые схемы применяются как с ремонтной перемычкой, так и при соответствующем обосновании без ремонтной перемычки. Схема используется при необходимости сохранения в работе двух трансформаторов при коротком замыкании (повреждении) на высоковольтной линии (ВЛ) в нормальном режиме работы ПС (при равномерном графике нагрузок). При необходимости подключения третьей ВЛ используют секционирование мостиковой схемы, в результате имеем схему на рис.1[1] - электрическая схема и компоновка оборудованием открытого распределительного устройства (ОРУ) подстанции (ПС) «сдвоенного мостика», из выключателей и с отделителями (или выключателями) в цепи трансформатора. При использовании этой схемы для трех присоединений линий электропередачи выявляется существенный недостаток, заключающийся в отсутствии ремонтного шунта из разъединителей на каждом выключателе. Отсутствие

ремонтного байпасного шунта со стороны линий, между первой и третьей, а также второй и третьей, снижает надежность электроснабжения подстанции и потребителей на линиях при ремонте или аварии одного из двух выключателей схемы «сдвоенного мостика».

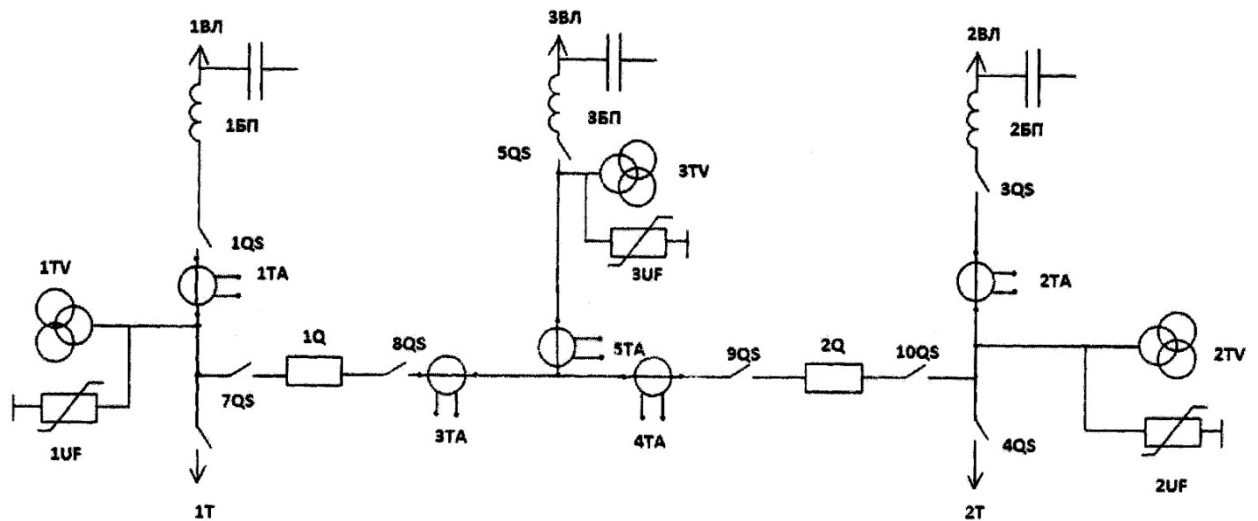


Рис. 1. Схема сдвоенного моста

Для повышения надежности электроснабжения двух силовых трансформаторов подстанции и потребителей на отходящих линиях электропередачи, в случае отказа одного из выключателя «сдвоенного мостика», предлагается: каждый выключатель «сдвоенного мостика» дополнить ремонтным байпасным шунтом из двух разъединителей. Наличие связи из разъединителей ремонтного байпасного шунта между первой и третьей, а также второй и третьей линиями (1ВЛ, 2ВЛ, 3ВЛ) электропередачи позволяет при выводе из эксплуатации одной из высоковольтных линий, осуществлять электроснабжение обоих силовых трансформаторов по оставшимся в эксплуатации линиям электропередачи.

Соответственно первый ремонтный байпасный шунт соединяет первую и третью линии электропередачи и второй ремонтный байпасный шунт соединяет вторую и третью линии электропередач, причем проводник между двумя смежными разъединителями двух ремонтных байпасных шунтов подключен к проводнику между двумя смежными разъединителями двух выключателей «сдвоенного мостика», через дополнительно предусмотренный разъединитель.

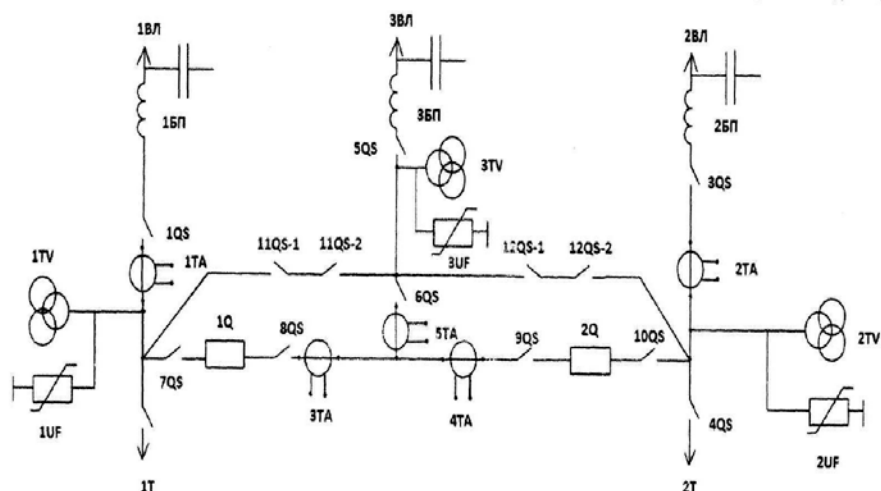


Рис. 2. Схема сдвоенного мостика ОРУ-110(220) кВ с байпасными шунтами

На рисунке 1 и 2 показаны:

- 1ВЛ, 2ВЛ и 3ВЛ - первая, вторая и третья присоединенные линии электропередачи;
- 1TV, 2TV и 3TV - трансформаторы напряжения, подключенные соответственно к первой, второй и третьей линиями электропередачи;
- 1QS, 3QS и 5QS разъединители оборудования присоединения первой, второй и третьей линиями электропередачи;
- 7QS, 8QS - разъединители выключателя 1Q;
- 9QS, 10QS - разъединители выключателя 2Q;
- 11QS1, 11QS2 и 12QS1, 12QS2; 6QS- разъединители ремонтных байпасных шунтов соответственно для выключателей 1Q и 2Q;
- 6QS - разъединитель, предназначен для соединения средних точек байпасных шунтов и «сдвоенного мостика»;

- 1БП, 2БП и 3БП блоки присоединения к линии электропередачи (1ВЛ, 2ВЛ и 3ВЛ), содержащее оборудование высокочастотной связи, трансформаторы напряжения (1ТВ, 2ТВ и 3ТВ) и ограничители перенапряжения (1УФ, 2УФ, 3УФ);

- 1ТА, 2ТА и 5ТА - трансформаторы тока соответственно в присоединении первой, второй и третьей линии электропередачи;

- 3ТА и 4ТА - трансформаторы тока соответственно в электрической цепи выключателей 1Q, 2Q;

- ОП - концевая опора 110(220) кВ;

- 1П, 2П и 3П - порталы;

- 1СШ, 2СШ и 3СШ - шины.

Выключатели 1Q и 2Q соответственно с разъединителями 7Q, 8Q и 9Q, 10Q образуют «сдвоенный мостик». Предлагаемая схема работает следующим образом в ремонтных и аварийных режимах:

1) аварийный режим или ремонтный режим при отключении одной из двух линий электропередач 1ВЛ (2ВЛ). При этом выключатель 1Q (2Q) с его разъединителями 7QS и 8QS (9QS и 10QS) также отключен. В этом режиме оба силовых трансформатора 1Т и 2Т будут в работе благодаря разъединителям 11QS1, 11QS2 и 12QS1, 12QS2 ремонтных байпасных шунтов. Через разъединители 11QS1, 11QS2 и 12QS1, 12QS2 осуществляется транзит электрической мощности на оба силовых трансформатора 1Т и 2Т.

2) режим аварийный или ремонтный с отключением одного из двух выключателей 1Q (2Q). Соответственно разъединители 7QS, 8QS (9QS и 10QS) также отключаются. В этом режиме транзит электрической мощности от линий электропередач 1ВЛ, 2ВЛ и 3ВЛ будет сохранен за счет разъединителей 11QS1, 11QS2 и 12QS1, 12QS2 ремонтных байпасных шунтов.

3) режим при ремонте разъединителей 11QS1, 11QS2 и 12QS1, 12QS2 ремонтных байпасных шунтов. В этом случае ремонт осуществляется поэтапно за счет последовательно, смежно, подключенных с каждой

стороны разъединителей, которые также отключаются. В этом, поэтапном режиме, транзит электрической мощности будет осуществляются в начале через выключатель 1Q и по окончании ремонта этого этапа, далее через выключатель 2Q ремонта другого этапа.

Компоновка оборудованием ОРУ предлагаемой схемы приведена на рис. 3. С концевой опоры ОП выполнены спуски линий электропередач 1ВЛ, 2ВЛ и 3ВЛ на приемные порталы 1П, 2П и 3П. В оси портала, шин 1СШ, 2СШ и 3СШ и присоединения силовых трансформаторов 1Т и 2Т, выставлено каскадно коммутационное и измерительное оборудование. Для первой линии электропередач (1ВЛ) и для первого силового трансформатора 1Т образуется первый ряд из оборудования: 1БП(1ТВ, 1УФ), 1QS, 1ТА, 2QS. Соответственно, для второй линии электропередач (ВЛ2) и для второго силового трансформатора 2Т образуется второй ряд из оборудования: 2БП(2ТВ,2УФ), 3QS, 2ТА, 4QS. Для третьей линии электропередач 3ВЛ и шинами 3СШ образуется третий ряд из оборудования:3БП(3ТВ,3УФ), 5QS, 5ТА и 6QS.

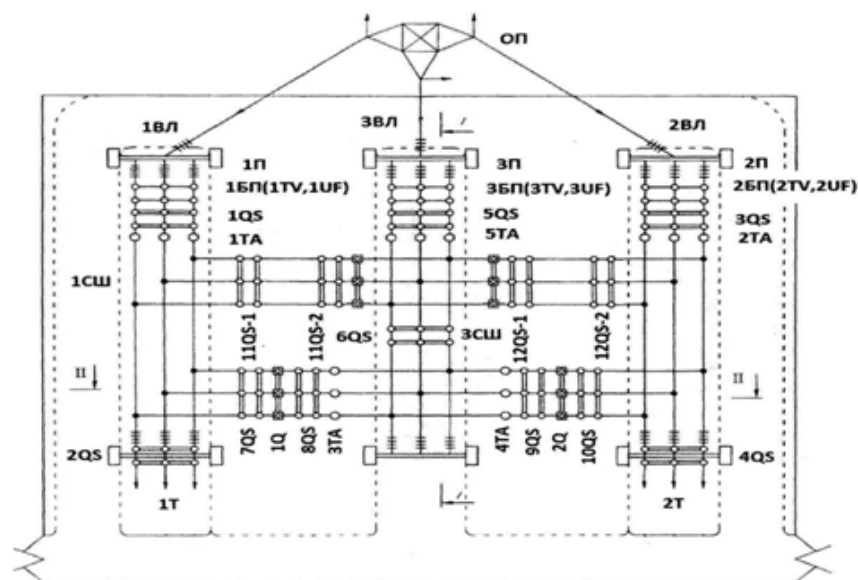


Рис.3. План компоновки оборудования ОРУ-110(220) кВ

Следующее оборудование: 7QS, 1Q, 8QS и 9QS, 2Q, 10QS образует так называемый «сдвоенный мостик» между разъединителями 1QS, 5QS и 3QS. Предложенные ремонтные байпасные шунты (ремонтные перемычки)

образуются разъединителями 11QS1(2) и 12QS1(2) и дополняются обязательно разъединителем 6QS. При этом 6QS соединяет средние точки ремонтного байпасного шунта и «сдвоенного мостика».

Причем проводники (шины) между оборудованием 7QS, 1Q, 8QS и 9QS, 2Q, 10QS «сдвоенного мостика» и 6QS конструктивно выполнены из труб алюминиевого сплава с опорными конструкциями разных высотных отметок.

Экономический эффект технического и альтернативного решения оценивается по меньшей величине суммы дисконтированных затрат:

$$Z = \sum (K_t + I_t) \cdot (1 + E_H)^{1-t} \quad (1)$$

где Z – сумма дисконтированных затрат;

K_t – капитальные затраты в год;

I_t – эксплуатационные издержки в год;

E_H – норма дисконта;

t – текущие годы строительства и эксплуатации объекта;

$T_{\text{расч}}$ – срок службы объекта.

Дисконтированные затраты приводятся к началу расчетного периода $t=1$. При этом амортизационные отчисления в составе I_t не учитываются. Для оценки экономической эффективности монтажа разъединителя ремонтного байпасного шунта к выключателям сдвоенного мостика необходимо сравнить эксплуатационные издержки при отсутствии и при наличии байпасных ремонтных шунтов.

Эксплуатационные издержки включают следующие составляющие:

$$I_t = I_t' + I_{\phi} + \Delta I_t \quad (2)$$

где I_t' – общие годовые эксплуатационные расходы по электросетевому объекту;

I_{ϕ} – финансовые издержки, равные выплатам % по кредитам, облигациям и пр. по годам расчетного периода;

ΔI_t – затраты на возмещение потерь электроэнергии.

По существу, важна позиция ΔI_t при наличии и отсутствии байпасного

ремонтного шунта. Затраты на возмещение потерь электроэнергии рассчитываются по формуле:

$$\Delta И_t = \Delta Э_t \cdot Ц \quad (3)$$

где $\Delta Э_t$ – расчетные потери электроэнергии, вызванные вводом объекта;

Ц – тариф на электроэнергию.

Все другие составляющие в сопоставимых вариантах практически одинаковые, т.к. стоимость разъединителя мала по величине относительно ожидаемой величины ущерба от перерыва электроснабжения при отсутствии ремонтного байпасного шунта.

Возможные варианты ущерба:

1. Ущерб А – системный ущерб от возможной потери выключателя (стоимость приобретения нового выключателя или его ремонт около 2-х млн. рублей с учетом монтажа).

2. Ущерб Б – выплата компенсации потребителю электроэнергии при несанкционированном отключении (авария на выключателе). Потребитель электроэнергии несёт технологический ущерб из-за порчи продукта, изделия и т.д. (несанкционированное прекращение технологического процесса: например, застывание металла в электропечах чревато демонтажом печи; порча резцов; ликвидация электронных программ в вычислительных центрах и т.д.). Этот ущерб в судебном порядке взыскивают с электроснабжающих организаций.

3. Ущерб В – от недопоставки электроэнергии по расценкам (тарифам) выше установившегося процесса.

Однако упомянутые ущербы основаны на показателях надежности выключателя. Основной критерий – это вероятностный отказ выключателя (камера гашения, изоляция, провод выключателя, колонки, проходные изоляторы, трансформаторы тока). Последовательно с выключателем расположены два разъединителя, вероятность их отказа накладывается на работу выключателя. При альтернативном решении внедрения ремонтных байпасных шунтов ущерб от вероятностного отказа выключателя и последовательных с ним двух разъединителей будет отсутствовать, что и будет

являться экономическим эффектом.

Внедрение байпасного шунта позволяет выводить выключатель и разъединители на профилактический осмотр и диагностику.

В течение первых трех лет по результатам анализа динамики изменения параметров текущей диагностики выключателя устанавливается периодичность диагностики. Диагностика при отрицательной динамике производится 1 раз в полгода или 1 раз в год. При положительной или установившейся динамике – 1 раз в 5-10 лет. Иначе график плановых капитальных ремонтов заменяется вначале на периодическую диагностику, а затем диагностика параметров выключателя и его элементов производится по состоянию.

Наличие ремонтных байпасных шунтов для выключателя позволяет упомянутые ущербы типов А, Б и В в денежном выражении отнести к экономическому эффекту.

Ранее отмечался неучет стоимости разъединителей из-за их малой стоимости, так условная стоимость разъединителя на 110 кВ типа РПГ-110 составляет в среднем до 150 тыс. рублей, что гораздо ниже величины оценки ущерба типа А. Величина ущерба типа Б зависит от производства, можно принять не менее 1,0 млн. рублей. Ущерб В может составить до 50 тыс. рублей, это ремонт или замена оборудования в течении 4 – 6 часов и отключение потребителей от искомой подстанции.

Произведенный анализ показателей надежности вероятности отказа доказывает необходимость монтажа в ОРУ со сдвоенным мостом ремонтного байпасного шунта.

Ремонтный байпасный шунт, защищенный патентом полезной модели [4], позволяет исключить несанкционированные отключения выключателя сдвоенного мостика по причине его отказа, поскольку байпасный шунт позволяет производить диагностику выключателя с периодичностью по результатам последней текущей диагностики. Однако, если случится отказ, то восстановление напряжения возможно в течение получаса включением трёх разъединителей ремонтного байпасного шунта, при этом ущерб будет

минимален в сравнении с отсутствием байпасных шунтов.

Литература

1. Справочник по проектированию электроэнергетических систем / под ред. Рокотьяна С.С., Шапиро И.М. - М.: Энергоатомиздат, 1985.
2. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Файбисовича Д.Л. - М.: Изд. НЦ ЭНАС, 2006.
3. Б.А. Алексеев Обзор международной и отечественной практики «Диагностика электрооборудования». М.: изд. НЦ ЭНАС, 2002.
4. Дрогайлова Л.Н. Патент на полезную модель № 154342 «Открытое распределительное устройство подстанции».

Akhmetshin R.S., candidate of technical sciences, associate professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University;

Drogaylova L.N., senior lecturer, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University;

Valiev R.I., senior lecturer, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University.

IMPROVING THE RELIABILITY OF THE ORU - 110(220)KV

Abstract: A technical solution for the output fixing switch dual bridge without repayment of the loads of the substation due to the envisaged repair of the bypass shunt of the two switches and the common switch, which connects the midpoint of these two repair decoupling shunts and the midpoint between the two switches of the dual bridge.

Key words: open distribution system, "twin bridge" of two switches, a repair shunt to the switch.