

НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ОТКРЫТЫХ РАСПРЕДУСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ

Автор: М.А. Сафьян (США)

Краткая аннотация статьи

Приведено описание разработанных автором экономичных конструкций ОРУ-330, 500 и 750KV со схемами 11/2 и 4/3 выключателя на присоединение, применяемыми на тепловых, гидро- и атомных электростанциях. Во всех конструкциях отсутствует ошиновка присоединений над установками выключателей. Тем самым создаются благоприятные условия для быстрой и безопасной замены их модулей. Разработаны конструктивные узлы с двухъярусной жёсткой трубчатой ошиновкой, позволяющие отказаться от сооружения в ОРУ громоздких материалоемких ячейковых порталов. Существенное сокращение территорий распреустройств достигается применением новых композиций. Принятые решения снижают стоимости сооружения ОРУ и затраты на ремонты и обслуживание оборудования. Конструкции могут также применяться для других схем соединений, в том числе-схем многоугольников, трансформаторы-шины и др.

О некоторых особенностях существующих ОРУ сверхвысоких напряжений

Распреустройства со схемами 11/2 и 4/3 выключателя на присоединение сооружаются в развитых коммутационных узлах энергосистем с одновременными генерацией и распределением электрической мощности. При разработке конструкций ОРУ должны выполняться следующие основные требования:

- обеспечение благоприятных условий для скоростного, кранового ремонта выключателей, включая замену их модулей,
- подключение к разным системам сборных шин присоединений, одновременная потеря которых недопустима,
- снижение материалоемкости распреустройств и сокращение их территории.

Для схемы с 1 1/2 выключателя на присоединение известны

- традиционная конструкция с трехрядной установкой выключателей и системами сборных шин с внешних, противоположных сторон ОРУ. Разъединители приняты в опорном исполнении;
- конструкция с той же компоновкой, но с подвесными разъединителями и совмещённым оборудованием;
- распреустройства с однорядной установкой выключателей, соединённых косыми гибкими связями.

Во всех распреустройствах ошиновка присоединений, не отключаемая при ремонте выключателя, подвешена над выключателями. Высота подвески ошиновки определяет габариты ремонтной зоны выключателя сверху и конструкции порталов, достаточно громоздких в этих ОРУ. Портальные системы наиболее материалоемкие в распреустройствах с подвесными разъединителями. Кроме ошиновки присоединений, на порталах установлены подвижные полюса двух разъединителей смежных выключателей и линейный разъединитель присоединения. В подвесном разъединителе подвижный полюс соединён с "другим" напряжением и размещён вблизи верхней части выключателя, где производится замена его модулей. Тем самым,

сокращены габариты ремонтных зон выключателя со стороны его разъединителей. При совмещённом оборудовании сокращение территории распредустройств не компенсирует их повышенную материалоемкость. Стоимость конструкций в 1.35 раза больше стоимости традиционных ОРУ с опорными разъединителями.

Для подключения одноимённых присоединений к разным системам шин, в распредустройствах с трехрядной установкой выключателей предусматриваются дополнительные, без оборудования ячейки с косой ошиновкой присоединений. Соответственно увеличено количество ячеек, ячейковых и шинных порталов, а также территория распредустройства.

Ниже приведены особенности ОРУ с однорядной установкой выключателей.

Стеснённые условия для производства ремонтов имеют место в установках средних выключателей, общих для двух присоединений и часто ремонтируемых. Над ними размещены две гибкие связи от крайних выключателей. В распредустройствах содержатся зоны без оборудования, которые находятся преимущественно со стороны подхода к ОРУ линий электропередачи и частично- со стороны трансформаторных присоединений (т.к. число тех и других присоединений меньше количества установленных в одном ряду выключателей). Со стороны подхода к ОРУ линий ширина зон определена установками линейных комплектов оборудования (включающими: разъединитель, трансформаторы тока и напряжения, аппаратуру в.ч.обработки ВЛ, разрядники, с учётом изоляционных расстояний между ними). Площадь не используемой зоны в ячейке соизмерима с площадью установки выключателя. В целом, зоны без

оборудования составляют около 40% всей территории ОРУ. Конструкции содержат больше ячейковых и шинных порталов, чем распреустройства с трехрядной установкой выключателей. Согласно исследованию ОРГРЭС, из-за концентрации основного оборудования и гибких связей в одном районе, напряжённость электрического поля превышает нормативные величины, чем ограничено длительное пребывание ремонтного и эксплуатационного персонала на территории ОРУ.

Распреустройства со схемой 4/3 выключателя на присоединение применяются в случаях, когда количество линий электропередачи больше или меньше количества трансформаторных присоединений. С указанной схемой сооружены:

- ОРУ с одним трансформаторным присоединением и двумя линиями электропередачи (с двухрядной установкой выключателей),
- с двумя трансформаторными присоединениями и одной линией с шунтирующим реактором (с однорядной установкой выключателей).

Оба распреустройства разработаны с подвесными разъединителями, с применением строительных конструкций и конструктивных узлов, аналогичных ОРУ с полуторной схемой соединений. Ошиновка присоединений, не отключаемых при ремонте выключателей, также размещена над выключателями. При однорядной установке выключателей в ОРУ, сокращены ремонтные зоны двух средних выключателей из-за подвески над каждым двух гибких связей от смежных выключателей.

В статье предложены более эффективные конструкции распределительных устройств с меньшей материалоемкостью, в которых улучшены условия для ремонта и эксплуатации оборудования.

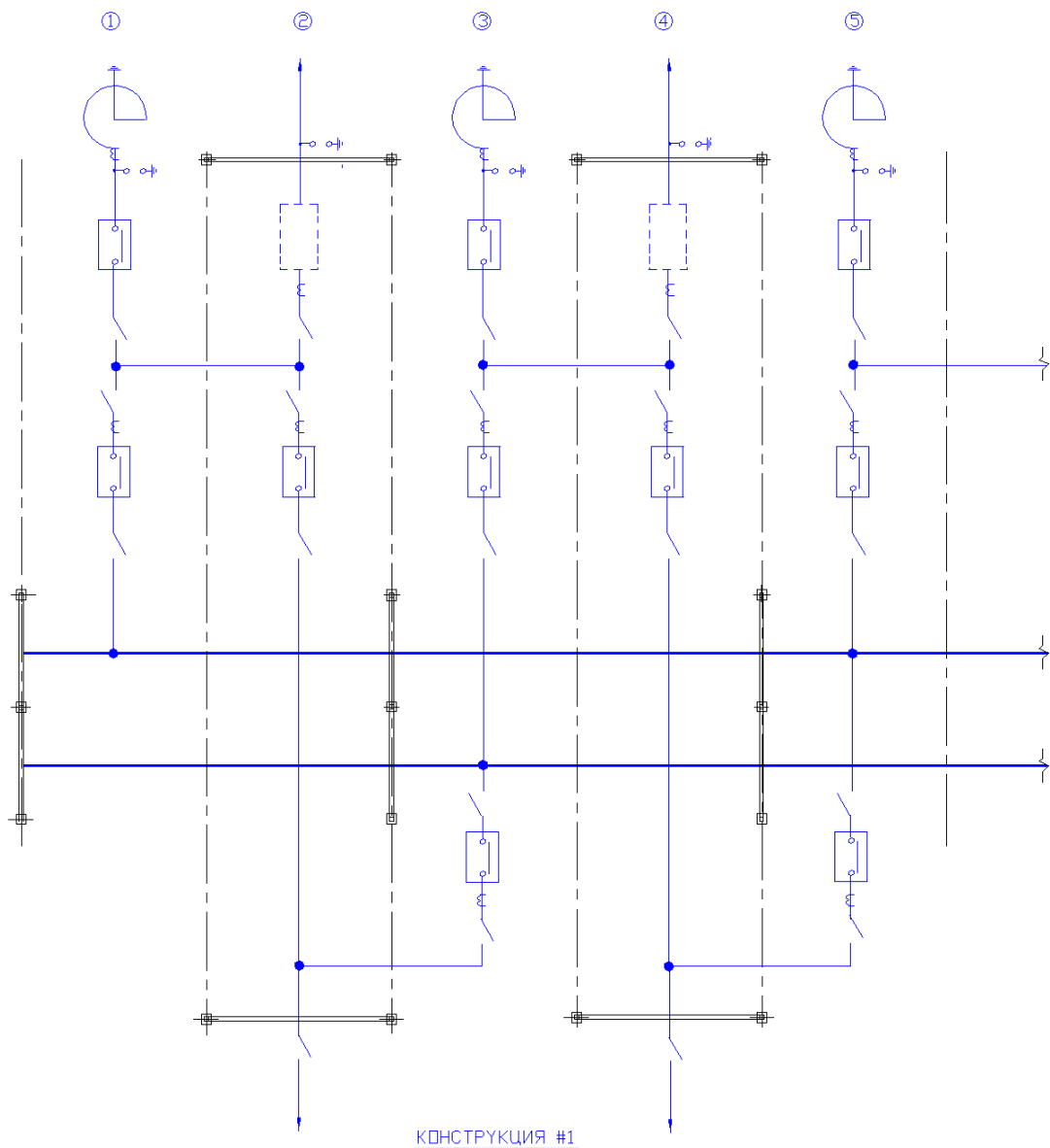
Предлагаемые конструкции ОРУ. Отличительные признаки

Конструкции №1, №2, №3 выполнены для схемы 11/2, конструкции №4, №5, №6 – для схемы 4/3 выключателя на присоединение. Чертежи распределительных устройств представлены в виде фрагментов. Фрагменты конструкций №1, №2 и №3 включают две полуторные цепочки, в которых одноимённые присоединения подключены к разным системам сборных шин. В фрагментах конструкций №4, №5 и №6 изображена одна цепочка. Количество фрагментов составляет схему и конструкцию ОРУ в целом. Шинные аппараты в фрагментах условно не показаны, однако предусмотрены места их установки с возможностью подключения к сборным шинам ОРУ. Прямоугольниками условно изображены комплекты оборудования в.ч. обработки линий электропередачи.

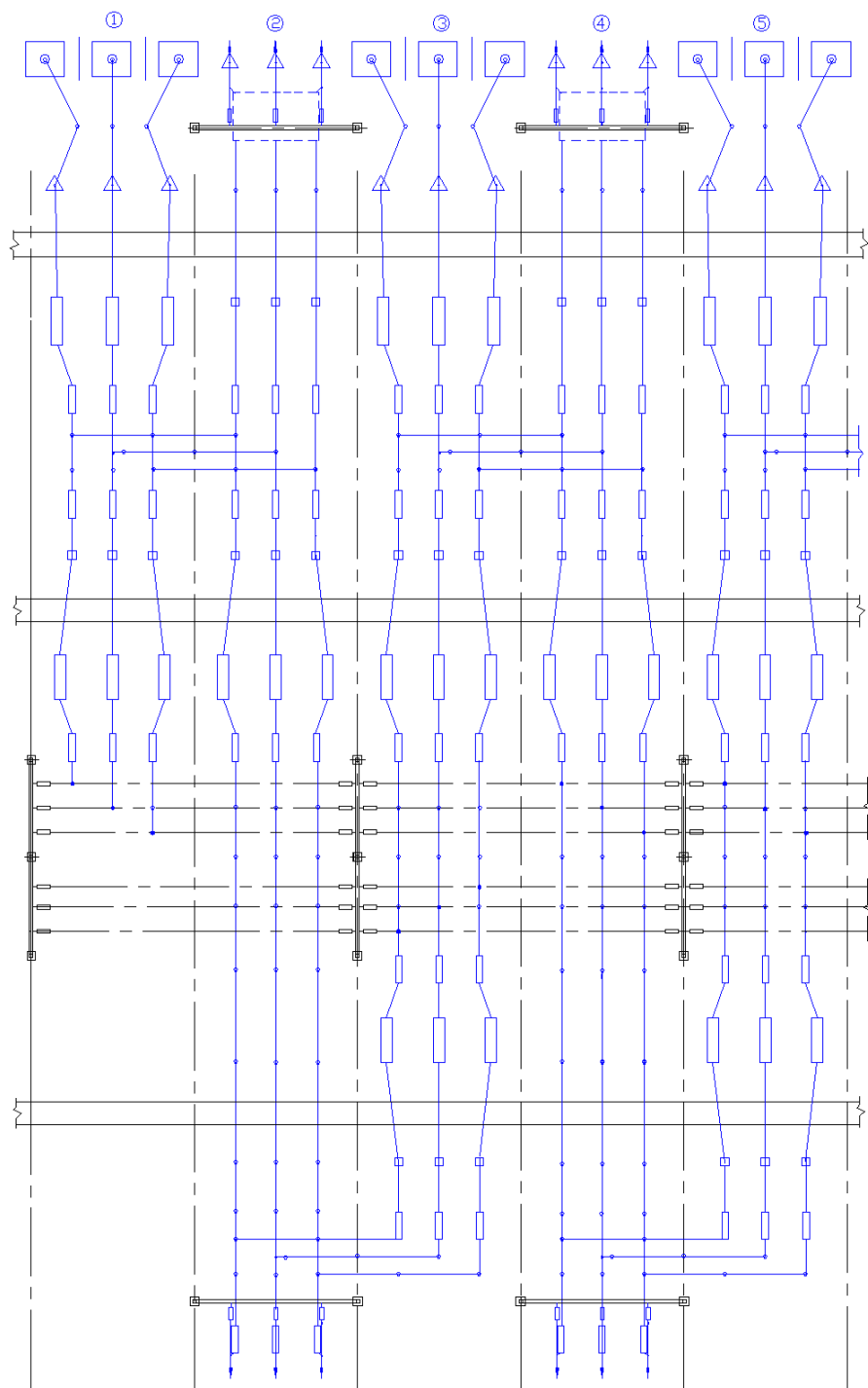
В ОРУ принята установка разъединителей опорного исполнения. Отсутствует ошиновка над всеми выключателями. В узлах присоединений предусмотрены следующие виды двухъярусной ошиновки: продольно-поперечная, косая, перекрёстная, двухъярусные шинные сборки. Системы сборных шин изображены на чертежах с гибкой ошиновкой на П-образных порталах. Однако, могут быть рассмотрены и другие решения, например – с использованием жёсткой ошиновки. Пролёты сборных шин могут быть увеличены с применением Т-образных линейных опор с переходом ошиновки средней фазы через верхнюю дополнительную траверсу. В описаниях

предлагаемых распредустройств номера ячеек смежной полуторной цепочки указаны в скобках.

Конструкция ОРУ №1 Описание



черт. 3/2-1а Схема заполнения



черт. 3/2-1b План ОРУ (фрагмент)

1. Установки выключателей.

Обе системы сборных шин сооружаются в центре распреустройства. Первый крайний и средний выключатели-с внешней стороны одной системы, в полуячейке 1 (3) и 2 (4) соответственно. Второй крайний выключатель-с внешней стороны другой системы, в полуячейке 3(5).

2. Узел линейного присоединения.

Шунтирующий реактор с комплектом оборудования установлены со стороны подхода к ОРУ линии электропередачи. В узле присоединения предусмотрена двухъярусная шинная сборка с трубчатой ошиновкой на опорных изоляторах. К сборке подключены четыре (4) разъединителя: разъединители первого крайнего и среднего выключателей, разъединители линии и шунтирующего реактора.

3. Узел трансформаторного присоединения.

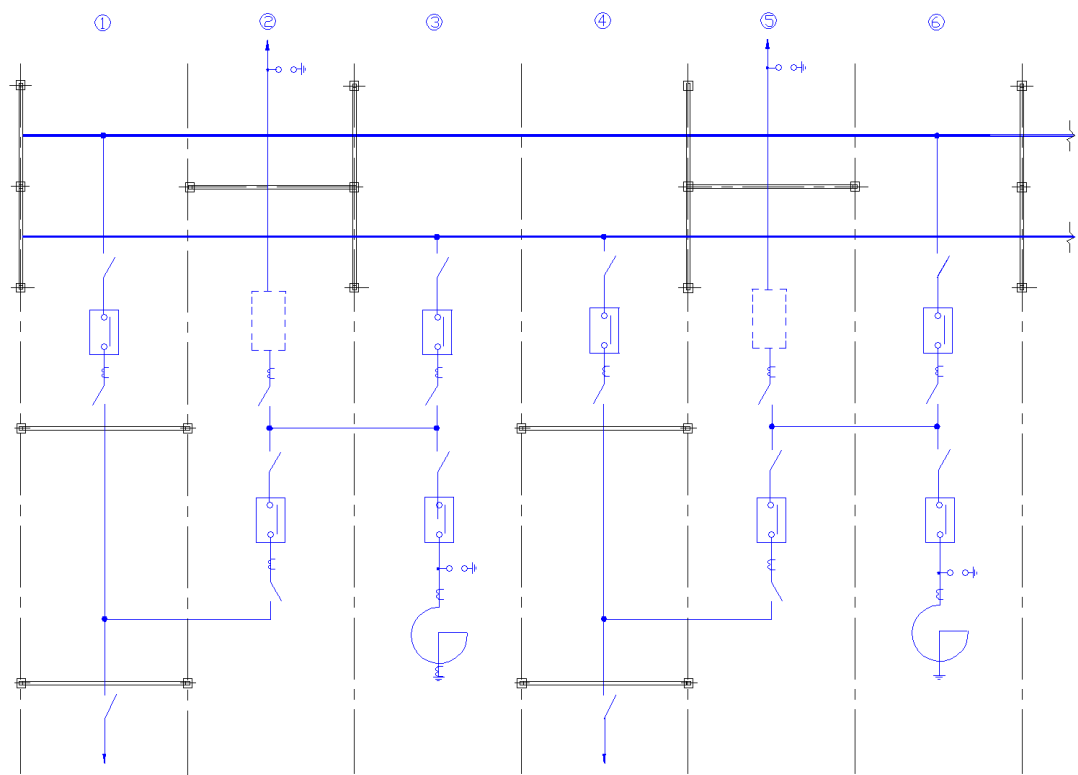
Выполнен с помощью двухъярусной ошиновки, состоящей из двух участков:

- продольного, в ячейке 2 (4), с шинным мостом в верхнем ярусе, от второго разъединителя среднего выключателя к разъединителю и выходному portalу трансформаторного присоединения;
- -поперечного, в ячейке 3 (5), с шинным мостом с жёсткой ошиновкой в нижнем ярусе, от второго крайнего выключателя с разъединителем.

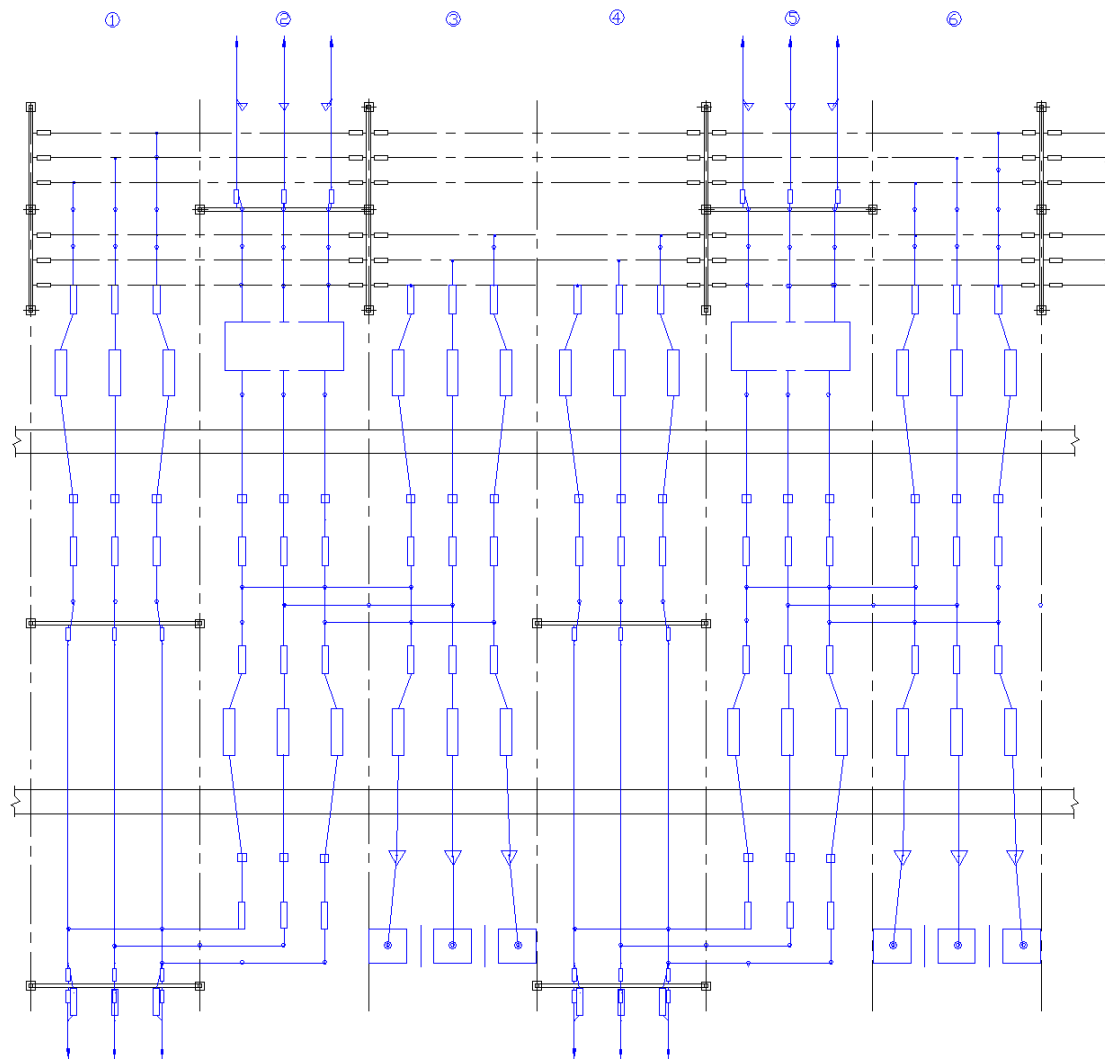
Поперечный участок ошиновки соединяется с продольным в ячейке 2(4). Кроме выходных порталов линий электропередачи и трансформаторных присоединений, ячейковые порталы в распреустройстве отсутствуют.

Настоящая конструкция, с отсутствием ошиновки над выключателями, была впервые разработана и внедрена на ОРУ-750кВ Ровенской АЭС.[4] Одобренная Минэнерго СССР и Минэнерго УССР, конструкция уже много лет находится в эксплуатации и имеет положительные отзывы. В статье предложено её дальнейшее улучшение с использованием указанных выше решений.

Конструкция ОРУ №2. Описание



черт. 3/2-2а Схема заполнения



черт. 3/2-2b План ОРУ (фрагмент)

1. Установки выключателей.

Системы сборных шин сооружены одна за другой со стороны подхода к ОРУ линии электропередачи. За сборными шинами, в ячейках 1 (4) и 3 (6), размещены в первом ряду оба крайних выключателя. В ячейке 2 (5), между выключателями, установлена аппаратура в.ч. обработки линии. Во втором ряду, в ячейках 2 (5) и 3 (6), установлены средний выключатель и выключатель-отключатель шунтирующего реактора.

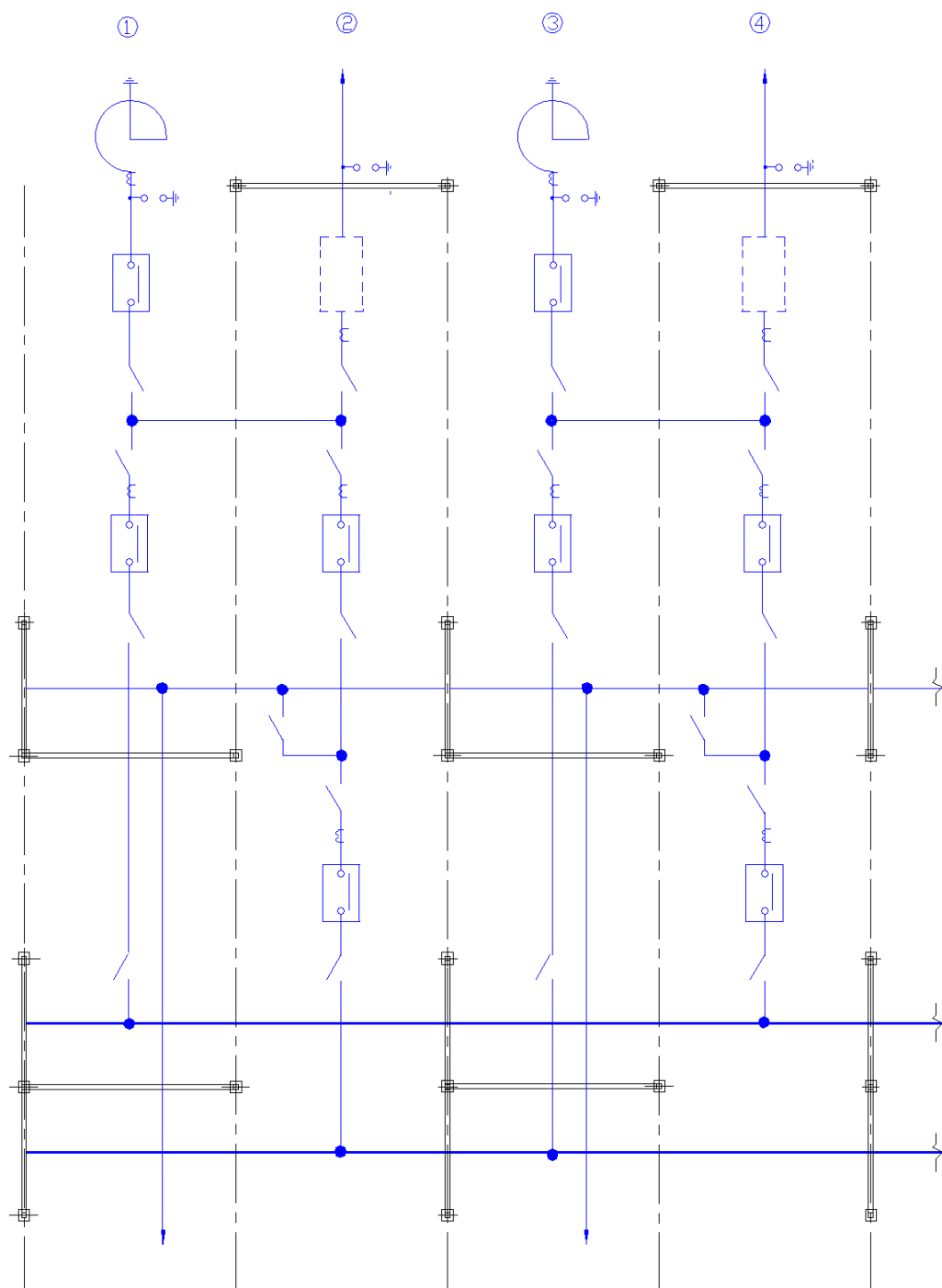
2. Узел линейного присоединения.

В центре распредустройства, в ячейках 2 (5) и 3 (6), выполнена двухъярусная шинная сборка с трубчатой ошиновкой на опорных изоляторах. К сборке подключены четыре (4) разъединителя: разъединители линии и второго крайнего выключателей, разъединители среднего выключателя и разъединитель шунтирующего реактора линии. Реактор с комплектом оборудования установлены со стороны подхода к ОРУ трансформаторного присоединения.

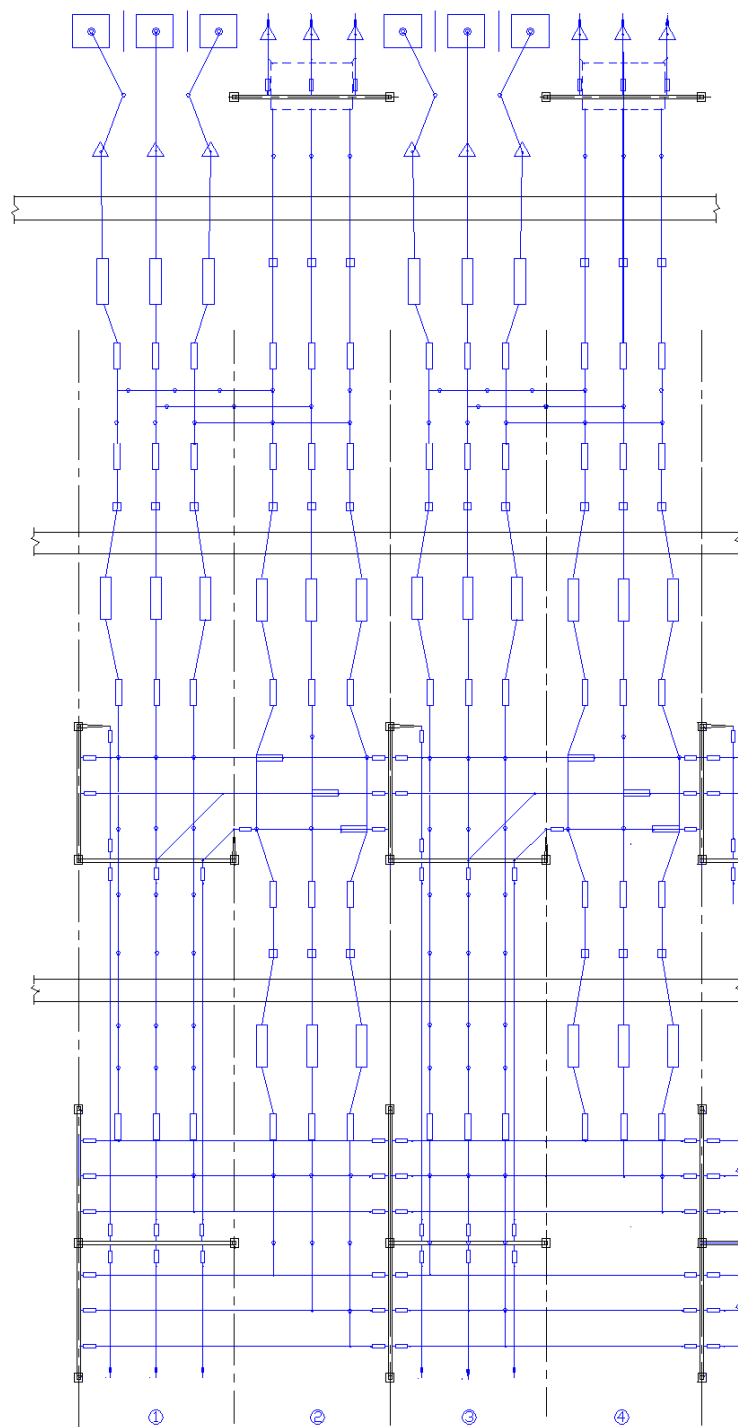
3. Узел трансформаторного присоединения.

В ячейке 1(4) соединение разъединителя крайнего и среднего выключателей с разъединителем трансформаторного присоединения выполнено гибкой связью, подвешенной на промежуточном ячейковом портале и выходном портале этого присоединения.

Конструкция ОРУ №3. Описание



черт. 3/2-3а Схема заполнения



черт. 3/2-3в План ОРУ (фрагмент)

1. Установки выключателей.

Конструктивное решение цепочки с 11/2 выключателя на присоединение представлено в двух ячейках 1(3) и 2 (4). Обе системы

сборных шин сооружены одна за другой со стороны подхода к ОРУ трансформаторных присоединений. Один крайний и средний выключатели установлены в ячейке 2 (4), второй крайний-в ячейке 1 (3), в одном ряду со средним выключателем.

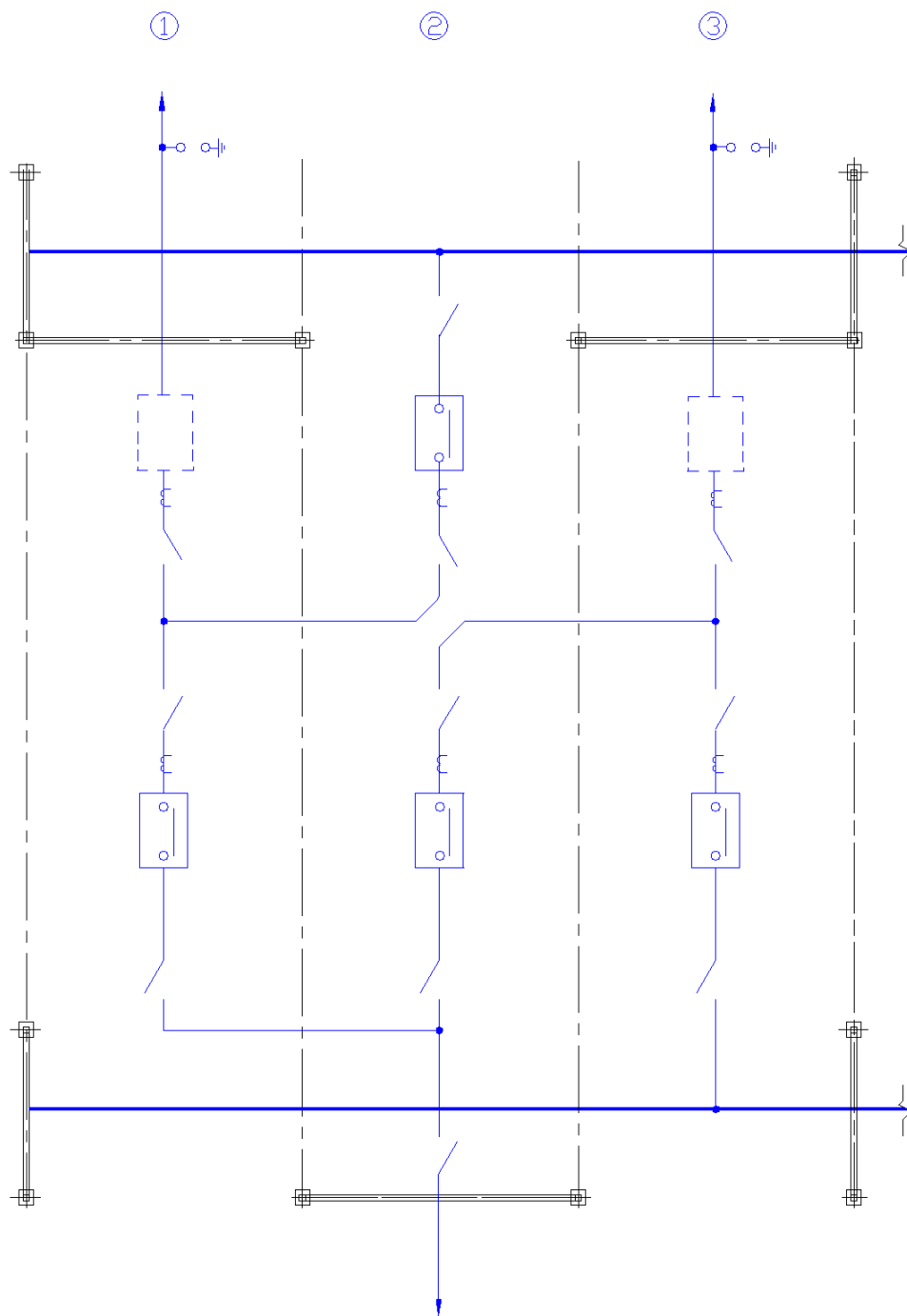
2. Узел линейного присоединения.

Выполнен также, как узел линейного присоединения в конструкции ОРУ №1. В ячейке 1(3) крайний выключатель соединён шинным мостом в нижнем уровне с двумя разъединителями: с шинным разъединителем и ремонтным разъединителем выключателя.

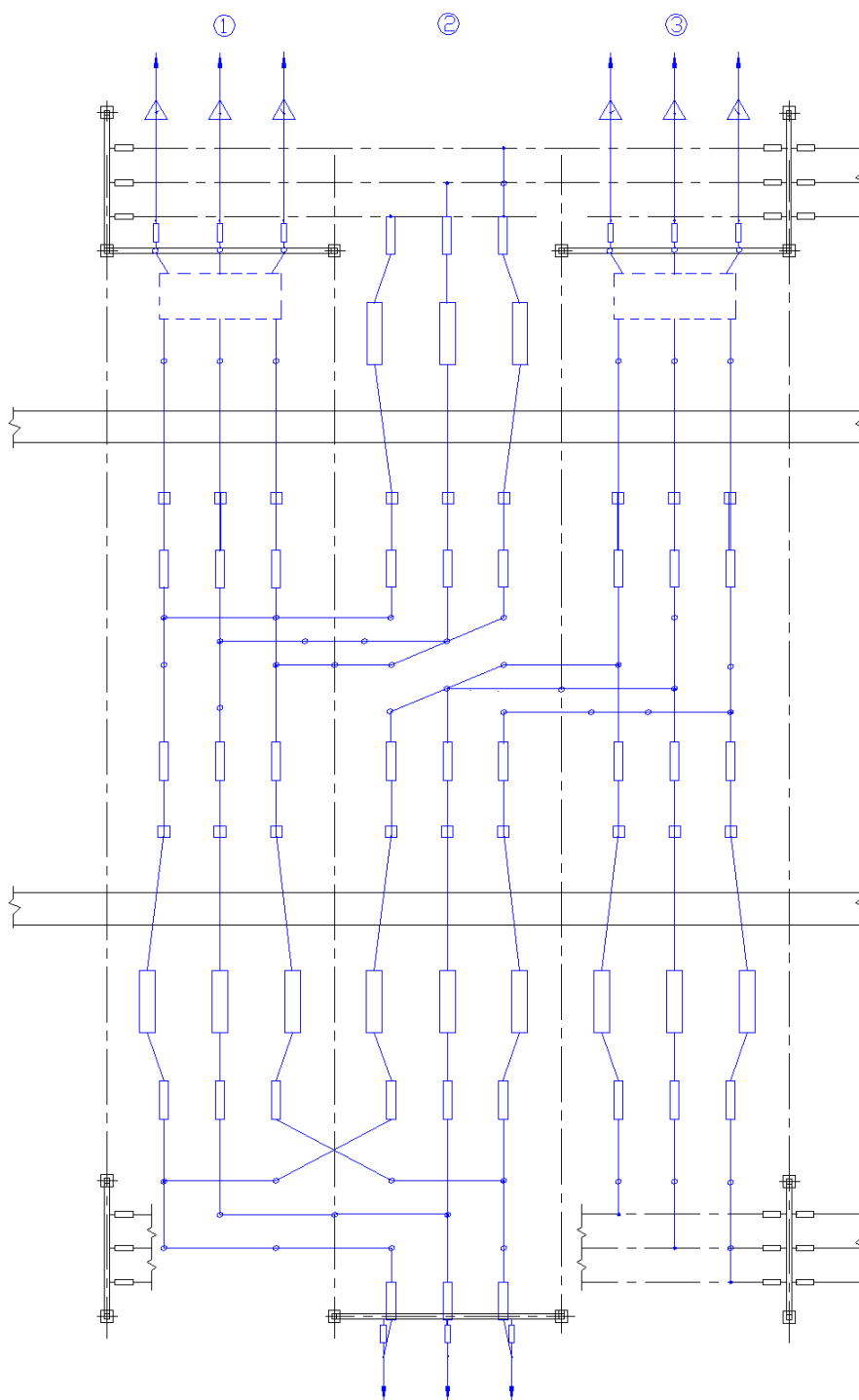
3. Узел трансформаторного присоединения.

В ячейке 2 (4), между крайним и средним выключателями, разъединители выключателей и разъединитель присоединения (фазы которого установлены килевым образом) соединены между собой и с шинной сборкой, подвешенной над разъединителями. В ячейке 1 (3) гибкая связь в верхнем ярусе с одной стороны-подключена к указанной сборке, с другой стороны-подвешена к выходному portalу трансформаторного присоединения, сооружённому между двумя системами сборных шин.

Конструкция ОРУ №4 Описание



черт. 4/3-4а Схема заполнения



черт. 4/2-4b План ОРУ (фрагмент)

Распределительное устройство выполнено по схеме 4/3 с одним трансформаторным присоединением и двумя линиями электропередачи без шунтирующих реакторов на линиях.

1. Установки выключателей.

Системы сборных шин расположены с внешних, противоположных сторон ОРУ. Пролёт сборных шин включает три ячейки. Оба крайних выключателя установлены в ячейках 2 и 3, каждый-вблизи системы шин. Средние выключатели размещены в одном ряду с одним из крайних выключателей в ячейках 1 и 2. Аппаратура в.ч. обработки двух линий электропередачи расположена в ячейках 1 и 3, в одном ряду с другим крайним выключателем.

2. Узлы линейных присоединений.

Выполнены между крайним и средним выключателем с помощью продольно-поперечной ошиновки. В ячейке 1 продольный шинный мост в верхнем ярусе, между разъединителями линии и среднего выключателя соединён с поперечным шинным мостом в нижнем ярусе от разъединителя крайнего выключателя в ячейке 2. Аналогично, в ячейке 3 продольный шинный мост в верхнем ярусе, между разъединителями линии и крайнего выключателя соединён с поперечным шинным мостом в нижнем ярусе от разъединителя среднего выключателя в ячейке 2. Подключение разъединителей в ячейке 2 к поперечным шинным мостам выполнено косой, двухъярусной фазной ошиновкой.

3. Узел трансформаторного присоединения.

Включает соединение разъединителей средних выключателей с разъединителем трансформаторного присоединения.

Ошиновка узла содержит следующие участки:

- два поперечных участка (паралельных сборным шинам), с двумя изоляторами в каждой участке. Изоляторы установлены по осям крайних фаз разъединителей средних выключателей и по оси

ближайших крайних стоек шинных порталов. Участки ошиновки выполнены в верхнем ярусе.

- перекрёстная ошиновка, на границе ячеек 1 и 2. В верхнем ярусе-от разъединителя одного среднего выключателя в ячейке 1 к ближайшему изолятору в ячейке 2, указанному выше. В нижнем ярусе-от разъединителя другого среднего выключателя в ячейке 2 к ближайшему изолятору в ячейке 1, указанному выше.
- ошиновка под системой сборных шин.

Проводники от средних фаз разъединителей средних выключателей, следующие в нижнем ярусе под поперечными участками ошиновки, соединены между собой и со средней фазой разъединителя трансформаторного присоединения. Проводники от крайних изоляторов поперечных участков ошиновки подключены к крайним фазам разъединителя присоединения.

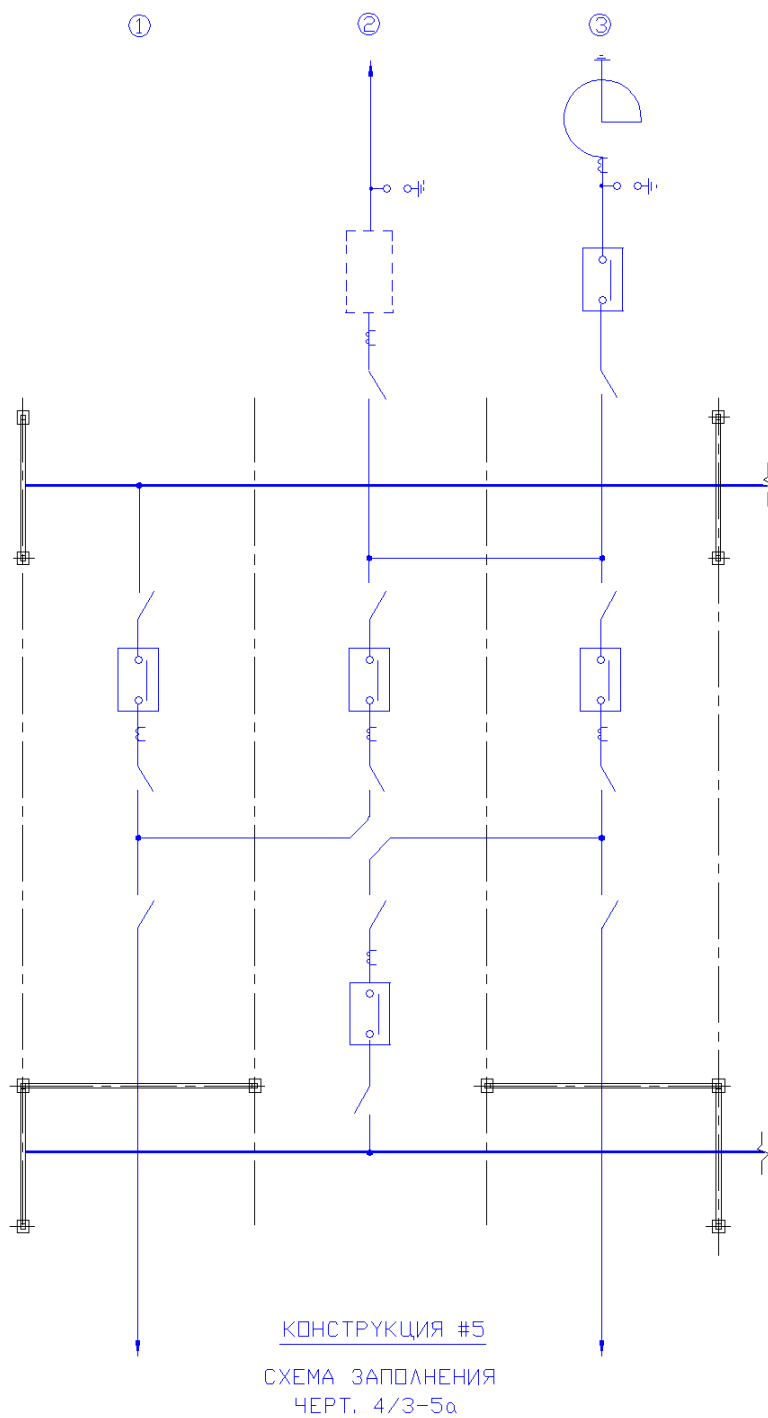
Примечания:

1. Верхний ярус ошиновки устанавливается на вертикальных спусках, закреплённых на фланцах изоляторов в ячейках 1 и 2, и на фланце разъединителя в ячейке 1.

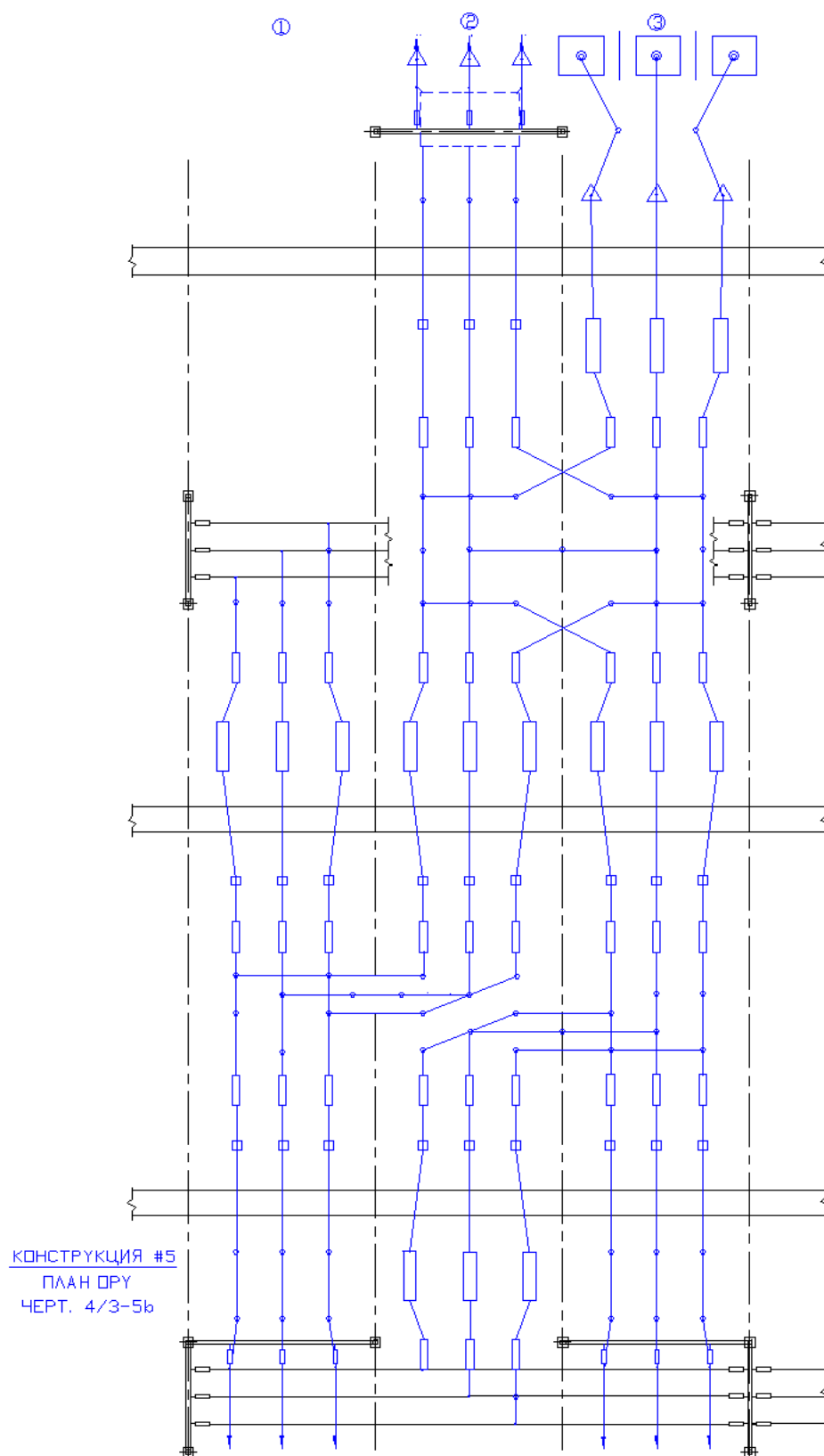
2. Нижний ярус крестовой ошиновки между изолятором в ячейке 1 и разъединителем в ячейке 2 монтируется на их фланцах.

Кроме выходных порталов линий электропередачи и трансформаторных присоединений, ячейковые порталы в распреустройстве отсутствуют. К одной из двух линий каждой 4/3 цепочки возможно подключение установки шунтирующего реактора (размещение-со стороны подхода к ОРУ линии электропередачи).

Конструкция ОРУ №5. Описание



черт. 4/3-5а Схема заполнения



черт. 4/3-5b План ОРУ (фрагмент)

Распредустройство разработано для схемы 4/3 с двумя трансформаторными присоединениями и одной линией электропередачи с шунтирующим реактором. Трансформаторные присоединения подключены между крайним и средним выключателем, линия электропередачи с шунтирующим реактором-между двумя средними выключателями.

1. Установки выключателей.

Системы сборных шин сооружены с противоположных сторон ОРУ. Присоединяемые к сборным шинам крайние выключатели цепочки 4/3 размещены в ячейках 1 и 3, средние выключатели установлены в ячейках 1 и 2. Шунтирующие реакторы с комплектами оборудования расположены со стороны подхода к ОРУ линии электропередачи.

2. Узел линейного присоединения.

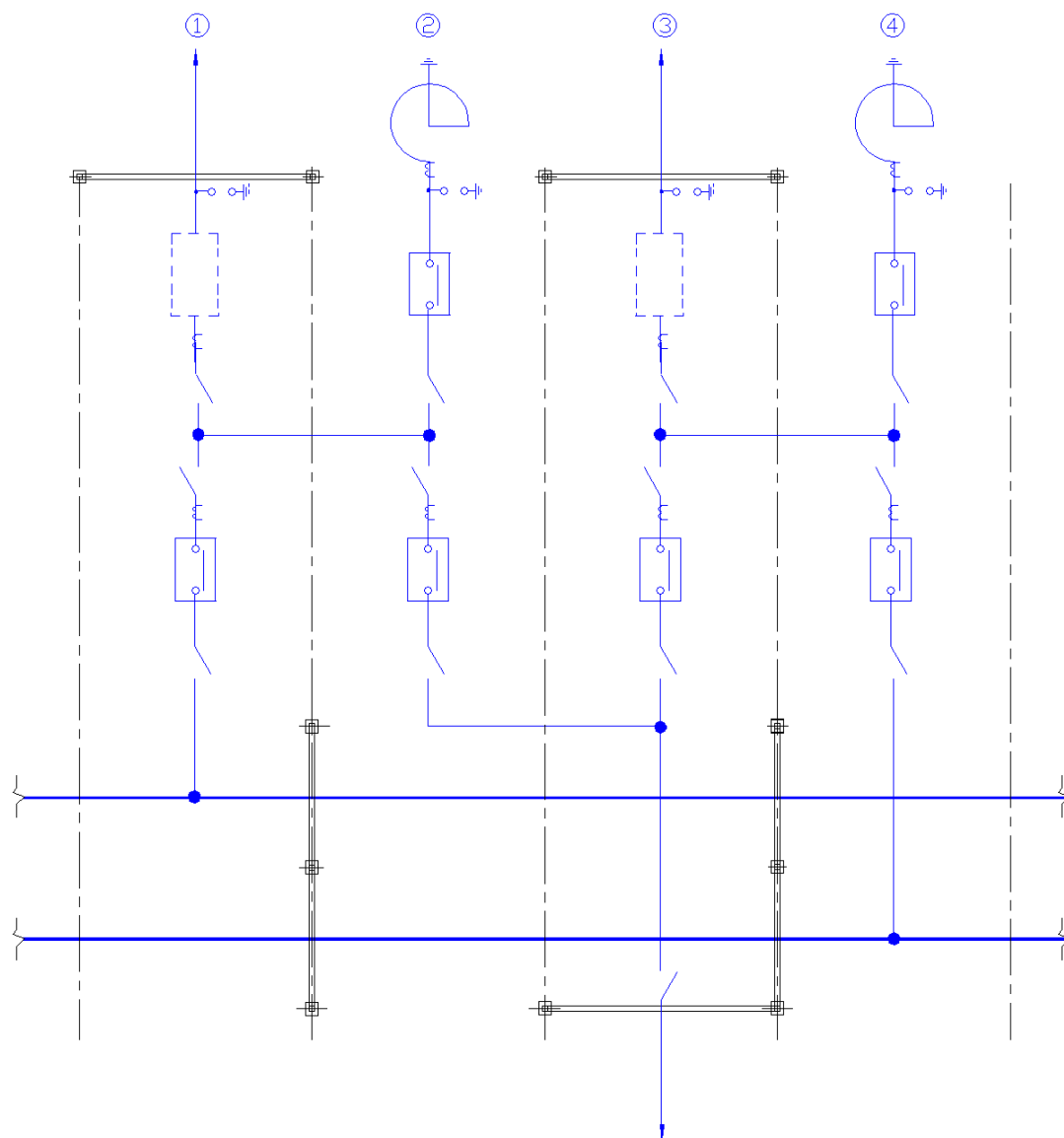
Включает выполненную под одной системой сборных шин шинную сборку, к которой подключены четыре разъединителя: два разъединителя средних выключателей, разъединители линии и шунтирующего реактора. С внутренней и внешней сторон системы шин в сборке предусмотрены две перекрёстные ошиновки. Участки ошиновки описаны в конструкции ОРУ №4.

3. Узлы трансформаторных присоединений

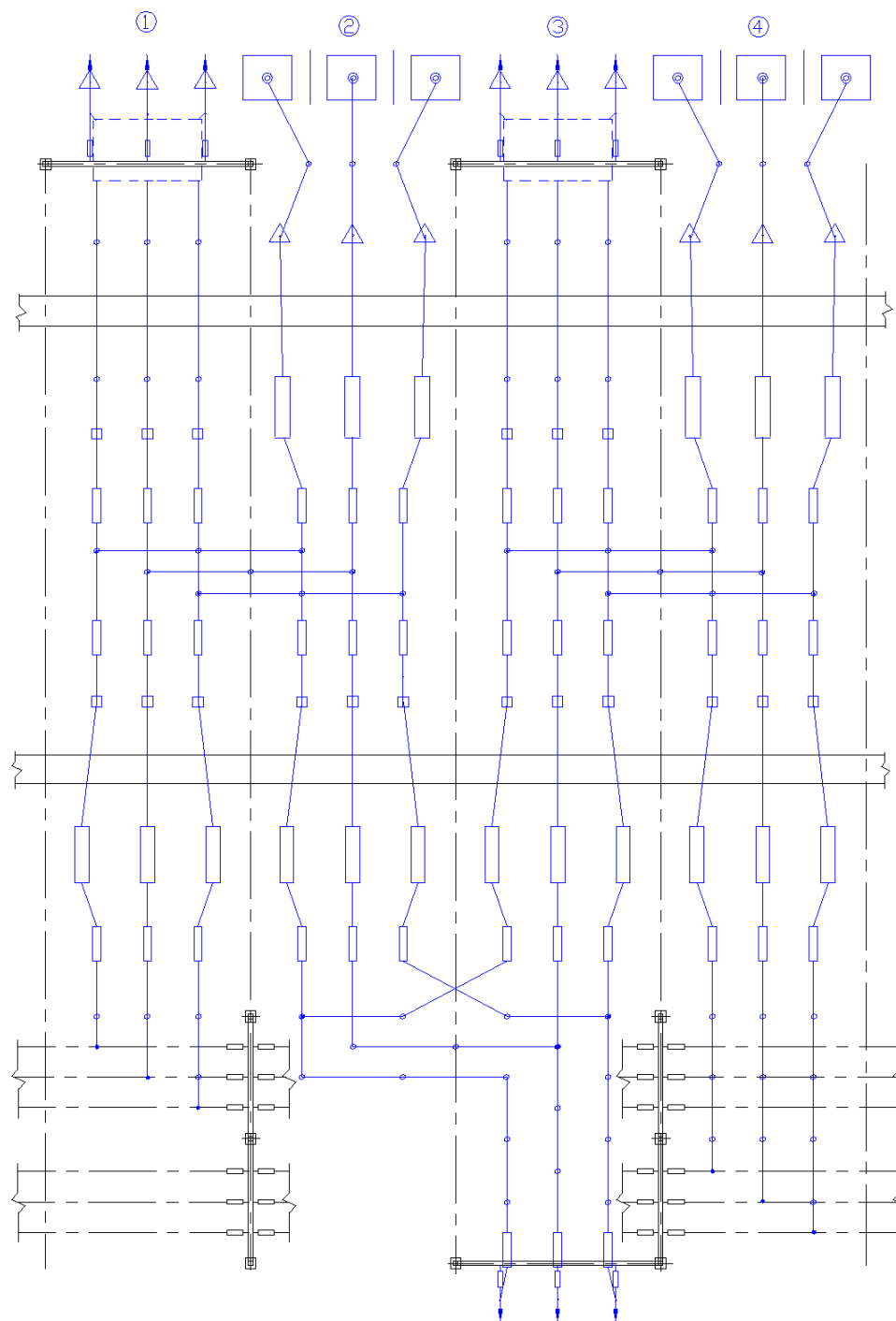
Подключение трансформаторных присоединений выполнено, как подключение двух линий электропередачи в конструкции ОРУ №4 (т.е. с применением продольно-поперечной и двухярусной косой фазной ошиновки). Короткие шинные мосты связывают разъединители присоединений с выходными порталами.

Кроме выходных порталов линии и трансформаторных присоединений, ячейковые порталы в распреустройстве отсутствуют.

Конструкция ОРУ №6. Описание



черт. 4/3-6а Схема заполнения



черт. 4/3-6b План ОРУ (фрагмент)

Распределительное устройство рекомендуется для схемы 4/3 с двумя линиями электропередачи с шунтирующими реакторами и одним трансформаторным присоединением. Каждая линия включена между

крайним шинным и средним выключателем, трансформаторное присоединение-между двумя средними выключателями.

1. Установки выключателей.

Обе системы сборных шин сооружены со стороны подхода к ОРУ трансформаторного присоединения. В конструкции предусмотрена однорядная установка выключателей (кроме аппаратов шунтирующих реакторов, расположенных с реакторами со стороны подхода к распредустройству линий электропередачи).

2. Узлы линейных присоединений

Содержат две идентичные двухъярусные шинные сборки на опорных изоляторах с трубчатой ошиновкой. К каждой сборке подключены четыре (4) разъединителя: разъединители крайнего и среднего выключателей, разъединители линии и шунтирующего реактора. Шунтирующие реакторы с комплектами оборудования установлены со стороны подхода к ОРУ линии электропередачи.

3. Узел трансформаторного присоединения.

Соединение двух разъединителей средних выключателей с разъединителем трансформаторного присоединения выполнено перекрёстной ошиновкой. Участки ошиновки приведены в описании конструкции ОРУ №4.

Кроме выходных порталов линий и трансформаторного присоединения, ячейковые порталы в распредустройстве отсутствуют.

Литература:

1. Двоскин Л. И. " Схемы и конструкции распределительных устройств" г. Москва, Энергоатомиздат, 1985

2. Евтушенко В.А.,Чунихин А. А " Подвесные разъединители" г. Москва, Энергоатомиздат, 1988
3. Долин А.П.,Шангин Г.Ф "Открытые распределительные устройства с жёсткой ошиновкой" г. Москва, Энергоатомиздат, 1988
4. Сафьян М.А. Авторское свидетельство №1391430 "Распредустройство сверхвысокого напряжения", 1987.
5. Густов Л.Д. "Открытое распределительное устройство 500кВ с подвесными разъединителями" Электрические станции, №5, 1977