

**Описание комплектной трансформаторной подстанции**

**«Исеть» 2КТП-Н-(250-2500)/6(10)/0,4-К-К-2025-УХЛ1**





ООО «АЙДИ-ИНЖИНИРИНГ»

620142, г. Екатеринбург, ул. 8 марта, 51, оф. 1502

Тел.: +7 (343) 301-0-301

E-mail: info@deng.ru | www.ideng.ru

 **Содержание**

1 Введение

2 Общие сведенья

3 Блочно-модульное здание (БМЗ) с системами жизнеобеспечения

3.1 Объемно-планировочные решения

3.2 Конструктивные решения

3.3 Заземление

3.4 Молниезащита

3.5 Автоматическая охранно-пожарная сигнализация с системой оповещения и управления эвакуацией

3.6 Выполняемые требования, предъявляемые к оборудованию и кабельной продукции при изготовлении модульных зданий

3.7 Системы жизнеобеспечения БМЗ

3.8 Система отопления

3.9 Система освещения

3.10 Маркировка

3.11 Упаковка

4 Силовые трансформаторы 6(10)/0,4 кВ

5 Распределительное устройство 6(10) кВ

6 Распределительное устройство 0,4 кВ

7 Сертификация

1. **Введение**

Настоящее описание распространяется на комплектную трансформаторную подстанцию «Исеть» и предназначено для ознакомления с ее конструкцией и основными техническими характеристиками.

1. **Общие сведения**

КТП «Исеть» представляет собой трансформаторную подстанцию, состоящую из блочного утепленного модульного здания (состоящего из двух модулей) с системами жизнеобеспечения, в котором размещается электрооборудование:

- силовые трансформаторы 250 - 2500 кВА, 6(10)/0,4 кВ;

- комплектное распределительное устройство 6(10) кВ (РУ 6(10) кВ);

- комплектное распределительное устройство 0,4 кВ (РУ 0,4 кВ);

- шинные мосты 0,4 кВ «РУ 0,4 кВ – Трансформатор»;

- щит собственных нужд 0,4 кВ (ЩСН);

- щиты тепловой защиты трансформатора (ЩТЗТ);

- щит ПЭСПЗ;

- щит охранно-пожарной сигнализации (ОПС);

- комплект средств индивидуальной защиты (СИЗ);

- дополнительное оборудование и сооружения.

Все оборудование подстанции поставляется комплектно максимальной заводской готовности.

В соответствии с СНиП 23-01-99\* и ПУЭ нормальная работа КТП «Исеть» обеспечивается в следующих условиях:

- интервал температур окружающего воздуха от минус 60 °С до плюс 40 °С;

- высота установки над уровнем моря не более 1000 м;

- температура поверхности нагревательных элементов не более 70 °С;

- сейсмичность района сооружения - до 9 баллов по шкале MSK-64.

Технические характеристики КТП «Исеть» представлены в таблице 1

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование параметра | Значение |
| Мощность силового трансформатора, кВА | 250-2500 |
| Тип силового трансформатора | Сухой, IDR-С |
| Тип распределительного устройства ВН  | EVOLUTION |
| Тип распределительного устройства НН | ГРЩ-ID |
| Номинальное напряжение на стороне ВН/НН, кВ | 6(10)/0,4 кВ |
| Номинальный ток сборных шин на стороне ВН, А | 630 |
| Номинальный ток сборных шин на стороне НН, А | 630 – 5000  |
| Ток термической стойкости на стороне ВН, кА | 20 кА |
| Исполнение по вводу ВН | кабель |
| Исполнение по вводу НН | кабель |
| Климатическое исполнение и категория размещения в соответствии ГОСТ 15150-69 | УХЛ1 |
| Температура эксплуатации, 0С | -600С…+450С |
| Степень огнестойкости здания | IV |
| Класс конструктивной пожарной опасности  | С0 |
| Сейсмичность не более, баллы | 9 |
| Срок службы с даты изготовления, лет | 30 |

Ведомость основного электротехнического оборудования и изделий КТП «Исеть» представлена в таблице 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование оборудования** | **Ед. изм** | **Кол.** | **Примечание** |
| 1 | Блочно-модульное здание со стенами из сэндвич-панелей  | компл | 1 | с инженерными системами (отопление, вентиляция, освещение) |
| 2 | Силовой трансформатор с литой изоляцией IDR-C (250-2500)/6(10) У3, мощностью 250-2500 кВА, напряжение обмоток 6(10)/0,4 кВ, IP00 | шт | 2 |  |
| 4 | Распределительное устройство 6(10) кВ с твердотельной изоляцией (РУ 6(10) кВ) EVOLUTION EVO-NE-CVC в моноблочном исполнении, ток сборных шин 630А. Не содержит элегаза (SF6) | шт | 2 |  |
| 5 | Распределительное устройство 0,4 кВ (РУ 0,4 кВ) ГРЩ-ID, номинальный ток 630-5000 А, Медная ошиновка  | компл | 1 |  |
| 6 | Вводной шинный мост ШМ-ID, Iном=630-5000 А, в комплекте с шинами подключения  | компл | 2 |  |
| 7 | Щит собственных нужд ЩСН-ID | шт | 1 |  |
| 8 | Щит тепловой защиты трансформатора ЩТЗТ | шт | 2 |  |
| 9 | Панель пожарной и охранной сигнализации | шт | 1 |  |
| 10 | Кабельные перемычки 10 кВ  | компл | 3 | Подключение: РУ 6(10) кВ – Трансформаторы, 1С 6(10) кВ – 2С 6(10) кВ |

1. **Блочно-модульное здание (БМЗ) с системами жизнеобеспечения**

БМЗ конструктивно представляет собой отдельно транспортабельное здание высокой заводской готовности и состоит из двух транспортных блоков:

- 1 блок – РУ 0,4 кВ;;

- 2 блок – РУ 6(10) кВ и силовые трансформаторы 6(10)/0,4 кВ Т1, Т2.

В здании монтируются силовые трансформаторы 6(10)/0,4 кВ, распределительные устройства высокого напряжения (РУ 6(10) кВ) и низкого напряжения (РУ 0,4 кВ), щиты собственных нужд, тепловой защиты трансформаторов, щиты пожарной сигнализации и автоматики. Монтаж и подключение оборудования производится в заводских условиях.

В БМЗ предусмотрено все самое необходимое для штатного функционирования: электрическое отопление, основное, аварийное и наружное освещение, охранно-пожарная сигнализация, вентиляция и т.п.

Основные характеристики здания приведены в таблице 3

Таблица 3

|  |  |
| --- | --- |
| Степень огнестойкости здания по СНиП 2.01.02. | IV |
| Класс конструктивной пожарной безопасности здания по СниП 21-01-97. | С0 |
| Температура внутри помещений, º С: |  |
|  - Во время присутствия оперативного персонала  | +18 |
|  - Без обслуживающего персонала  | +5 |
| Климатическое исполнение по ГОСТ 15150  | УХЛ1 |
| Категория помещения по пожарной и взрывопожарной опасности для отсеков трансформаторов | Д |
| Напряжение собственных нужд здания | ≈ 380/220 В |

БМЗ предназначено для эксплуатации в условиях, нормированных для исполнения УХЛ категории размещения 1 по ГОСТ 15150, ГОСТ 15543.1.

Условия эксплуатации БМЗ:

- высота над уровнем моря не более 1000 м;

- верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха - + 40 °С;

- нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха - − 60 °С;

- окружающая среда - взрыво- и пожаробезопасная, не содержащая токопроводящей и абразивной пыли, не содержащая токопроводящих или химически активных газов, испарений и осадков, разрушающих изоляцию и металлы (атмосфера типа I по ГОСТ 15150);

В комплект поставки БМЗ в соответствии входят:

- модуль РУ 6(10) кВ и трансформаторов Т1, Т2;

- модуль РУ 0,4 кВ;

- системы жизнеобеспечения (освещение, отопление, вентиляция);

- система охранно-пожарной сигнализации;

- снятые, и не установленные на БМЗ на время транспортировки, элементы (отдельные узлы, части, детали, габаритное и тяжелое оборудование);

- запасные части и принадлежности по ведомости ЗИП;

- ключи от замков дверей (все замки открываются одним ключом);

- комплект средств индивидуальной защиты.

**3.1 Объемно-планировочные решения**

Объёмно-планировочные решения здания приняты исходя из возможностей размещения технологического оборудования, удобства его эксплуатации и обслуживания, требований ПУЭ и других нормативных документов.

Здание поставляется в виде двух отдельного транспортабельных блоков высокой заводской готовности.

Блоки устанавливаются на фундамент, поверх которого устанавливается стальной ростверк из горячекатаного прокатного профиля, к которому привариваются несущие конструкции оснований.

Здание одноэтажное, в плане прямоугольное, размеры в осях выполняются согласно проекту.

Ограждающие конструкции здания - трехслойные сэндвич-панели толщиной не менее 100 мм;

Крыша представляет собой стальной каркас, накрытый профилированным листом. Крыша двускатная, с уклоном не менее 10%.

Верхним завершением стен является фронтон из профилированного листа, закрывающий боковые поверхности крыши.

Водосток наружный неорганизованный.

**3.2 Конструктивные решения**

Конструктивно блоки выполнены на жестком металлическом каркасе из замкнутых прокатных профилей. Предусматривается антикоррозийная защита металлоконструкций (все внешние поверхности металлоконструкций, подверженные атмосферным осадкам, покрыты грунт-эмалью). Основание блока представляет собой цельносварной металлический каркас из швеллеров с ребрами жесткости из листовой стали толщиной 3 мм, рассчитанный на необходимую нагрузку от устанавливаемого в здание оборудования. Нижняя часть основания здания подшивается листом толщиной 1,5 мм. Для гидроизоляции лист приваривается сплошным швом и не имеет зазоров. Верхняя плоскость основания (пол) выполняется из листовой рифленой стали толщиной 3 мм грунтуется с финишным покрытием защитно-декоративной грунт-эмалью не менее 80 мкм. Все внутренние полости основания загрунтованы, общая толщина покрытия составляет не менее 80 мкм. Основание выполнено утепленным минеральной ватой.

Несущий каркас здания выполняться из профилированной трубы не менее 100х100х4-5 мм. Основание и потолок соединяются между собой при помощи несущего каркаса из трубы. Соединение производится при помощи сварки сплошным швом в местах присоединения. Для дополнительной жесткости каркас усиливается косынками из листовой стали.

Ограждающие конструкции здания выполняться из сэндвич-панелей с наполнителем из негорючей минеральной ваты на основе базальтового волокна толщиной не менее 100 мм. Внутренние перегородки выполняются из сэндвич-панелей, выполненных по ГОСТ 32603- 2012, толщиной не менее 50-80 мм. Панели крепятся при помощи саморезов к несущему каркасу основания и кровли.

Для погрузки-разгрузки модулей, на раме основания предусматриваются места крепления - погрузочные цапфы. На стены наноситься знак центра масс.

Кровля здания - цельносварная металлическая, односкатная, стационарная высотой в коньке не менее 300 мм. Кровля рассчитана на эксплуатацию в климатическом районе строительства. Каркас кровли выполняется из профильных труб и швеллеров. Кровля является цельносварной конструкцией. Верхняя часть кровли зашивается листовой сталью, толщиной 2 мм со сплошным проваром. Сварные швы с внутренней стороны дополнительно герметизируются полиуретановыми герметиками. С внешней стороны покрываются грунт-эмалью, общая толщина покрытия составляет не менее 100 мкм. Нижняя часть кровли, потолок здания подшивается профилированным листом С8. Все внутренние полости кровли грунтуются, общая толщина покрытия составляет 80 мкм. Кровля выполняется утепленной минеральной ватой. Утеплитель закладывается вовнутрь кровли через пароизоляцию. Толщина утеплителя в наивысшей точке не менее 300 мм, в меньшей части 150 мм.

По периметру двери и ворота уплотнены морозостойкими резиновыми уплотнителями. В дверях установлены самозапирающиеся замки с открыванием изнутри помещения без ключа и доводчики.

**3.3 Заземление**

Система электроснабжения и заземления БМЗ выполняется согласно требованиям ПУЭ по схеме TN-C переменного тока.

Магистраль заземления БМЗ охватывает периметр помещений с электротехническим оборудованием и присоединяется к заземляющему устройству подстанции.

К контуру заземления БМЗ присоединяются все металлические конструкции, на которых установлено электрооборудование, а также все корпуса светильников и электрических машин (типа вентиляторов). Присоединение щитового оборудования к сети заземления выполняется при помощи гибких заземляющих перемычек – заземляющие элементы к корпусам шкафов крепятся на болты, а к закладным деталям – привариваются.

Выводы внутреннего контура заземления предусматриваются в 4-х точках (по углам здания) – для удобства подключения к внешнему контуру заземления на месте монтажа.

**3.4 Молниезащита**

Молниезащита обеспечивается естественными молниеотводами (стойки здания) в соответствии с СО-153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» и требованиями проектной документации.

**3.5 Автоматическая охранно-пожарная сигнализация с системой оповещения и управления эвакуацией**

Автоматическая система пожарной сигнализации по защите модульных зданий и автоматическая система пожаротушения модульных зданий построены в соответствии со сводом правил систем противопожарной защиты «Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические» (СП 5.13130.2009).

На основании данных требований системы противопожарной безопасности обеспечивается возможность эвакуации людей в безопасную зону до наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара.

**3.6 Выполняемые требования, предъявляемые к оборудованию и кабельной продукции при изготовлении модульных зданий**

Кабели и провода систем противопожарной защиты, средств обеспечения деятельности подразделений пожарной охраны, систем обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, аварийного освещения на путях эвакуации сохраняют работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасную зону.

Кабели, прокладываемые открыто, не распространяют горение

Линии электроснабжения зданий, сооружений и строений имеют устройства защитного отключения, предотвращающие возникновение пожара при неисправности электроприемников.

Светильники аварийного освещения на путях эвакуации обеспечены устройствами для проверки их работоспособности при имитации отключения основного источника питания.

**3.7 Системы жизнеобеспечения БМЗ**

БМЗ комплектуется шкафами собственных нужд с комплексом аппаратуры для подключения инженерных систем, необходимых для нормального функционирования систем жизнеобеспечения БМЗ (освещение, отопление, вентиляция, пожарно-охранная сигнализация, шкафы аварийного освещения и т.п.).

**3.8 Система отопления**

Система отопления здания рассчитана на компенсацию трансмиссионных потерь через наружные ограждающие конструкции и пол для поддержания дежурной температуры.

В БМЗ принятое электроотопление выполнено конвекторами.

Отопление здания в холодное время года обеспечивает автоматическое поддержание температуры внутри помещения плюс 5 градусов С, и плюс 18 градусов С при присутствии людей. Управление ручное и автоматическое (по сигналу от термостата).

**3.9 Система освещения**

Электроосвещение (рабочее, аварийное) выполнено согласно требованиям СНиП 23-05-95\* “Естественное и искусственное освещение”;

Места управления освещением находятся внутри БМЗ вблизи выходов.

Предусматривается рабочее, аварийное и наружное освещение.

Установка световых указателей "ВЫХОД", предусмотрена разделом: «Автоматическая охранно-пожарная сигнализация с системой оповещения и управления эвакуацией».

Аварийное освещение разделяется в соответствии с ПУЭ на освещение безопасности и эвакуационное и соответствует требованиям СниП 23-05-95.

Светильники аварийного освещения приняты с автономным источником питания, с нанесенной буквой «А» красного цвета, при исчезновении основного питания на напряжение 220 В светильник переключается на питание от батареи.

Лампы наружного освещения устанавливаются снаружи здания у входов в здание со степенью защиты IP54.

**3.10 Маркировка**

Маркировка находится в местах, доступных для осмотра в процессе транспортирования, монтажа, хранения, эксплуатации и сохраняться в течение всего срока службы здания.

Здание имеет табличку, установленную непосредственно на здании вблизи главного входа. Табличка выполнена с учетом требований ГОСТ 12969, форма и размеры соответствуют ГОСТ 12971.

Табличка выполнена из коррозионностойкого материала с прочным декоративно-защитным покрытием и содержит следующие маркировочные данные:

- товарный знак предприятия-изготовителя;

- наименование подстанции;

- номер технических условий;

- обозначение здания;

- масса;

- заводской номер;

- год выпуска.

Индивидуальная маркировка, содержащая номер чертежа сборочных единиц и деталей наносится на изделия маркером.

Транспортная маркировка выполняется на упаковке по ГОСТ 14192 в виде надписи или бирке и содержит наименование (обозначение) объекта, массу и номер транспортного места.

На упаковке нанесены знаки, отмечающие места строповки и положение центра масс.

**3.11 Упаковка**

Упаковка БМЗ соответствует требованиям ГОСТ 23216 и обеспечивает совместно с переводом в транспортное положение сохранность изделия при транспортировании открытым транспортом на большие расстояния и хранение в течение одного года.

Отдельным автотранспортом поставляются:

- элементы кровли;

- мелкогабаритные элементы металлоконструкций;

- элементы заземления;

- крепежные изделия.

- силовые трансформаторы мощностью более 630 кВА.

В ящик с пометкой «Документация здесь» вложен один комплект эксплуатационной документации.

1. **Силовые трансформаторы 6(10)/0,4 кВ**

В отсек с силовыми трансформаторами, устанавливаются сухие трансформаторы IDR-С (250-2500)/6(10) У3, номинальной мощность 250-2500 кВА, напряжение обмоток 6(10)/0,4 кВ.

Сухой трансформатор IDR-С с литой изоляцией представляет собой трехфазный трансформатор сухого типа, с изоляцией на основе эпоксидной смолы, залитой в вакууме. В состав смолы входят добавки, которые обеспечивают катушкам высокую прочность и высокую степень нагревостойкости (класс F), а также повышенную устойчивость к перегрузкам.

Общая компоновка трансформаторов IDR-С для типовой линейки мощностей традиционна. Магнитопровод имеет стержневую шихтованную конструкцию. Верхняя и нижняя часть стянуты ярмом с применением шпилек. Обмотки имеют концентрическую форму. Внешняя обмотка высокого напряжения с литой изоляцией. Между магнитопроводом и обмоткой высокого напряжения расположена обмотка низкого напряжения (как правило, с пропи­танной изоляцией).

Магнитный сердечник изготовлен из высокока­чественной холоднокатаной электротехнической стали с пониженным уровнем магнитных потерь. Технология изготовления сердечника «Step-Lap» позволяет трансформатору иметь минимальные потери холостого хода и низкий уровень шума, а специальная окраска обеспечивает высокую анти­коррозийную стойкость к агрессивным средам.

Конструкция обмоток высокого напряжения представ­ляет собой набор последовательно соединенных меж­ду собой катушек из алюминиевой фольги. Данная технология значительно улучшает отвод тепла активного материала, тем самым способствуя эффективному охлаждению трансформа­тора. Идеальная совместимость коэффициентов тем­пературного расширения алюминия и компаунда, из которого изготавливается изоляция обмоток ВН, обе­спечивает предотвращение возникновения возможных трещин в обмотках. Технология заливки позволяет рас­пределить диэлектрический потенциал равномерно по всей высоте обмотки. Кроме того, поскольку алюми­ниевые обмотки работают при меньшей плотности то­ка, чем медные, это позволяет иметь трансформаторам IDR-C лучшую характеристику кратковременной пе­регрузки. Изоляция обмотки ВН – компаунд на основе эпоксидных смол со специальными добавками, обеспе­чивающими высокие показатели теплоотдачи и стой­кости к термическим и динамическим ударам. Процесс заливки обмотки компаундом осуществляется в вакуу­ме, после чего обмотка подвергается термической об­работке.

Обмотки низкого напряжения трансформаторов IDR-T изготавливаются из цельного листа алюминиевой фольги (при этом ширина листа фольги равна высоте обмотки), что так же, как и в обмотках ВН, значитель­но повышает эффективность охлаждения. Изготовле­ние обмоток НН производится на автоматизирован­ном станке, с одновременной намоткой межслоевой изоляции. Ввод и вывод у обмотки провариваются по всей длине, тем самым достигается высокая электрическая и ме­ханическая надёжность контакта. Пропитка эпоксидным компаундом в вакууме гарантирует высокие диэлектрические свойства, механи­ческую прочность при температурных деформациях и при аварийных токах короткого замыкания.

Эффективная циркуляция воздуха и, как следствие, охлаждение обмоток низкого напряжения обеспечивается за счёт наличия воздушных каналов. Данная конструк­ция позволяет увеличить перегрузочную способность трансформаторов

Выводы высокого напряжения стандартно выполняются для подключения под болт (шпилька и гайка).

Стандартно трансформатор оснащается поворотными катками (для перемещения в двух перпендикулярных направлениях).

Элементы остова трансформатора изготовлены из высококачественной ста­ли. Специальные отверстия в ярмовых балках осто­ва позволяют надежно закрепить трансформатор при перевозке или такелажных работах.

Выводы низкого напряжения стандартно располагаются сверху. По запросу они могут быть выполнены снизу или в бок.

­

|  |  |
| --- | --- |
| konstruktiv-idr-t.jpg (700×805) | 1. Магнитный сердечник
2. Обмотки высокого напряжения
3. Выводы высокого напряжения
4. Поворотные катки
5. Обмотки низкого напряжения
6. Выводы низкого напряжения
7. Элементы остова
 |

Рисунок 1. Конструкция трансформатора IDR-С

Трансформаторы IDR-С пожаробезопасны, так как имеют негорючую изоляцию из эпоксидной смолы. В процессе нагрева смола не выделяет каких-либо вредных веществ.

Трансформаторы соответствуют классу огнестойкости F1 – могут применяться в местах, где существует угроза воспламенения.

 Для защиты от перегрева трансформатор IDR-С имеет датчики контроля температуры, установленные внутри обмоток. Датчики соединены с реле контроля температуры, которое имеет контакты сигнализации: перегрев трансформатора, включение вентиляторов, неисправность датчиков температуры.

Трансформаторы обладают стойкостью к воздействию повышенной влажности и запылённости, могут подвергаться значительному образованию конденсата, сильному загрязнению или обоим этим явлениям одновременно.

Трансформатор IDR-С имеет широкий диапазон рабочих температур и может работать, транспортироваться и храниться при температуре окружающей среды в диапазоне от -45°С до +40°С.

Трансформаторы IDR-С не требуют какого-либо технического обслужива­ния в течение всего срока службы (например, таких как очистка масла, про­верка герметичности бака).

Трансформаторы компактны и при равной мощности имеют меньшие габариты по сравнению с масляными трансформаторами, что позволяет устанавливать трансформатор IDR-С большей мощности в существующую камеру масляного трансформатора без реконструкции помещения.

Технические характеристики трансформаторов IDR-С приведены в таблице 4

Таблица 4

|  |  |
| --- | --- |
| Номинальная мощность, кВА | 250 - 2500 |
| Номинальное напряжение обмотки ВН, кВ | 6 или 10 |
| Класс изоляции обмоток ВН, кВ | 7,2 или 12 |
| Номинальное напряжение обмотки НН, кВ | 0,4 |
| Частота, Гц | 50 |
| Напряжение короткого замыкания (Uкз), % | 6 |
| Группа соединения обмоток | D/Yн-11 |
| Класс нагревостойкости изоляции ВН/НН | F/F |
| Тип изоляции обмоток ВН/НН | Литая/Пропитанная |
| Сейсмостойкость, баллов по шкале MSK | Не менее 6  |
| Диапазон регулирования ПБВ | ±2х2,5% |
| Уровень частичных разрядов, пКл | <10 |
| Материал обмоток ВН/НН | Аллюминий/Аллюминий |
| Температура окружающей среды при эксплуатации | -45…+40 оС |
| Высота установки над уровнем моря | Не более 1000 м |
| Степень защиты | IP00 |
| Охлаждение | Естественное |
| Срок эксплуатации | Не менее 30 лет  |

1. **Распределительное устройство 10 кВ**

В качестве распределительного устройства 6(10) кВ используется комплектное распределительное устройство с твердотельной изоляцией EVOLUTION.

КРУ EVOLUTION – это линейка распределительных устройств моноблочного и модульного исполнения без использования элегаза (SF6), предназначенная для приема и распределения электрической энергии. Характеризуется высоким уровнем эксплуатационной безопасности и компактными размерами.

КРУ представляет собой оборудование среднего напряжения, состоящее из нескольких функциональных блоков. Функциональный блок заключен в корпус из стали, внутри которого расположены главные и заземляющая шины. В функциональных блоках, в зависимости от их конфигурации, может располагаться коммутационный блок, который имеет в своем составе вакуумный силовой выключатель или вакуумный выключатель нагрузки, заземляющий разъединитель, приводы аппаратов, а также кабельные разъемы. Также функциональные блоки могут иметь в своем составе трансформаторы тока и трансформаторы напряжения; емкостные датчики напряжения; устройства для управления с использованием мотор-привода.

Кабели присоединяются к коммутационным аппаратам с помощью кабельных адаптеров, подключаемых к проходным изоляторам в отдельном кабельном отсеке для каждого функционального блока.

Силовые токоведущие части ячейки покрыты твердотельной изоляцией. Токоведущие части изолированы с помощью высококачественных материалов на основе полимеров и негорючих термопластичных эластомеров. Это обеспечивает оптимальную изоляцию, структурную прочность, эффективное охлаждение и снижение габаритных размеров КРУ.

КРУ не требует обслуживания главных цепей. Все токоведущие части и механизмы размещены в герметичном корпусе. Это предотвращает воздействие на них пыли, влаги, и других факторов окружающей среды. Силовая часть КРУ EVOLUTION имеет степень защиты IP55.

Каждый функциональный блок КРУ EVOLUTION разделен на 4 основных отсека: низковольтный отсек; отсек механического привода; отсек коммутационного блока и сборных шин; кабельный отсек. Отсеки изолированы друг от друга металлическими перегородками.

Коммутационный механизм имеет минимальное количество деталей, а также предназначен для коммутации после длительного периода бездействия.

КРУ оснащено механическим приводом для управления коммутационным блоком. Механизм привода – пружина, которая приводится в действие вручную или мотор-редуктором, присоединенная к коммутационному аппарату и заземляющему разъединителю. Привод приводится в действие двумя валами на передней стороне, снабженными механическими блокировками для предотвращения ошибочных действий. Вакуумный коммутационный аппарат и заземляющий разъединитель связаны механически через привод, что гарантирует безопасность операции по заземлению.

КРУ снабжено обзорными окнами спереди на фасаде для визуального контроля заземленного положения разъединителя и положения коммутационного аппарата. Также на фасаде КРУ предусмотрена панель управления с мнемосхемой, отображающей положение коммутационного выключателя и заземляющего разъединителя.

Включение КРУ в работу осуществляется вручную или с помощью моторного привода. Отключение производится нажатием красной механической кнопки с передней стороны или подачей напряжения на катушку отключения от реле защиты, а также через независимый расцепитель от внешнего сигнала.

КРУ EVOLUTION стандартно оснащена набором механических блокировок для предотвращения нежелательных коммутаций. Встроенные блокировки:

- блокировка кабельного отсека. Предотвращает доступ к кабелям без их заземления;

- блокировка, предотвращающая приведение в действие заземляющего разъединителя, пока коммутационный аппарат находится во включенном положении;

- блокировка, предотвращающая приведение в действие коммутационного аппарата, пока заземляющий разъединитель не находится в положении «шины» или «земля»;

- управляющая рукоятка может быть удалена только когда коммутационный выключатель полностью включен или отключен, заземляющий разъединитель полностью переключен в положении шины или земля;

- блокировка навесными замками.

Габаритные размеры ячеек EVOLUTION – оптимальное соотношение между требованиями к компактности ячеек, требованиями к удобству монтажа и подключению кабеля.

Широкий выбор различных функций позволяет создавать РУ полностью соответствующее требованиям клиента. Конструкция низковольтного отсека допускает установку любых терминалов релейной защиты как отечественного, так и импортного производства.

Один коммутационный блок для всех типов ячеек. Интуитивно понятная логика управления коммутационным аппаратом.

Силовые выключатели, применяемые в ячейках, не требуют обслуживания и при номинальных режимах способны на 10 000 коммутаций.

КРУ в моноблочном исполнении могут иметь до 5 функциональных блоков. Ширина нерасширяемого моноблока на 3 функции – 1110 мм. Ширина одной ячейки в модульном исполнении 500 мм.

За счет конструктивных особенностей КРУ EVOLUTION можно располагать вплотную к стене (минимальное расстоянии до стены 50 мм).

Функциональные блоки с силовыми выключателями оснащаются устройствами релейной защиты с автономным питанием (питание от токовых цепей).

Технические характеристики РУ 10 кВ приведены в таблице 5

Таблица 5

|  |  |
| --- | --- |
| Номинальное напряжение, кВ | 6 или 10 |
| Номинальный ток, А | 630 |
| Частота, Гц | 50 |
| Испытательное напряжение 5 мин., кВ | 50 |
| Выдерживаемое напряжение ПГИ, кВ | 75 |
| Номинальный ток отключения при КЗ, кА | 20 |
| Ток термической стойкости, кА | 20 за 3 секунды |
| Док электродинамической стойкости, кА | 51 |
| Степень защиты оболочки/силовых цепей | IP31/IP55  |
| Механический ресурс (циклов ВО) выключатель силовой/ выключатель нагрузки/ заземляющий разъединитель | 10000/10000/2000 |



Рисунок 2. Конструкция функционального блока КРУ EVOLUTION

1. **Распределительное устройство 0,4 кВ**

Распределительное устройство низкого напряжения выполнено на автоматических выключателях.

РУ 0,4 кВ выполнено на базе металлических шкафов одностороннего обслуживания. Ввод питания от трансформатора выполнен комплектным шинным сверху. Вывод отходящих кабелей предусмотрен вниз.

На вводе РУ 0,4 кВ установлены автоматические выключатели выдвижного исполнения, номинальным током 630 - 5000 А. На отходящих линиях предусмотрены автоматические выключатели в литом корпусе.

Щит 0,4 кВ комплектуется приборами КИП. На вводах организован коммерческий учет электрической энергии.

Распределительное устройство РУ НН предназначено для работы в электрических сетях с напряжением 0,4 кВ промышленной частоты 50 Гц.

Шкафы РУ НН изготовлены в заводских условиях, из высококачественной листовой стали, толщина металла не менее 1,5 мм. Каркас шкафа, крыша и панели выполнены из высококачественной листовой стали, монтажные платы - из оцинкованной стали. Степень защиты оболочек –не менее IP31.

РУ НН расположено в одну “линию”, без применения шинопровода между секциями.

Для изготовления сборных шин применяется медь с пониженным содержанием кислорода марки М1. В соответствии с ГОСТ Р 51321.1-2007, для надежного контакта в местах разъемных контактных соединений сборных шин и для компенсации тепловых деформаций контактных соединений, применяются стабилизирующие тарельчатые шайбы.

Вводные и секционные автоматические выключатели выдвижного исполнения с электронными расцепителями.

Отходящие линии на автоматических выключателях в литом корпусе стационарного исполнения с электронными расцепителями.

Вводные и секционный автоматические выключатели оснащены моторными приводами дополнительными контактами положения и состояния для организации АВР.

РУ НН разделено на 2 рабочие секции. Каждая секция запитана от своего трансформатора. Для резервирования каждая секция снабжена секционным аппартом.

В нормальном режиме от каждого из трансформаторов запитана технологическая нагрузка, секционные аппараты между секциями выключены. В случае выхода из работы одного из трансформаторов имеется возможность запитать нагрузку от соседнего трансформатора путем включения секционного аппарата.

Переключения выполняются автоматикой АВР. АВР выполняется на базе программируемого контроллера.

1. **Сертификация**

Все оборудование комплектной подстанции имеет Сертификаты соответствия (Таможенный союз), выданные ак­кредитованным при Федеральной службе по аккредитации (Росаккредитация).