

Комплектная трансформаторная подстанция

10(6)/0,4 кВ 25 – 2500 кВА

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ЯКГЛ.674823.001.00.00.000 РЭ

Руководство по эксплуатации (РЭ), предназначено для ознакомления с конструкцией и работой, порядком установки, монтажа и эксплуатации комплектной трансформаторной подстанции (далее – КТПН).

Эксплуатация и обслуживание КТПН должны проводиться в соответствии с «Правилами устройств электроустановок» (ПУЭ), «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» для распределительных устройств и подстанций напряжением свыше 1000В, «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей», а также выполняться все требования настоящего РЭ.

При проведении пуско-наладочных работ и эксплуатации КТПН необходимо пользоваться эксплуатационной документацией (ЭД) на основные комплектующие изделия (силовые трансформаторы, разъединители, выключатели и др.).

Настоящее РЭ рассчитано на обслуживающий персонал, прошедший подготовку по техническому обслуживанию и использованию электротехнических установок.

1 Описание и работа

1.1 Описание и работа изделия

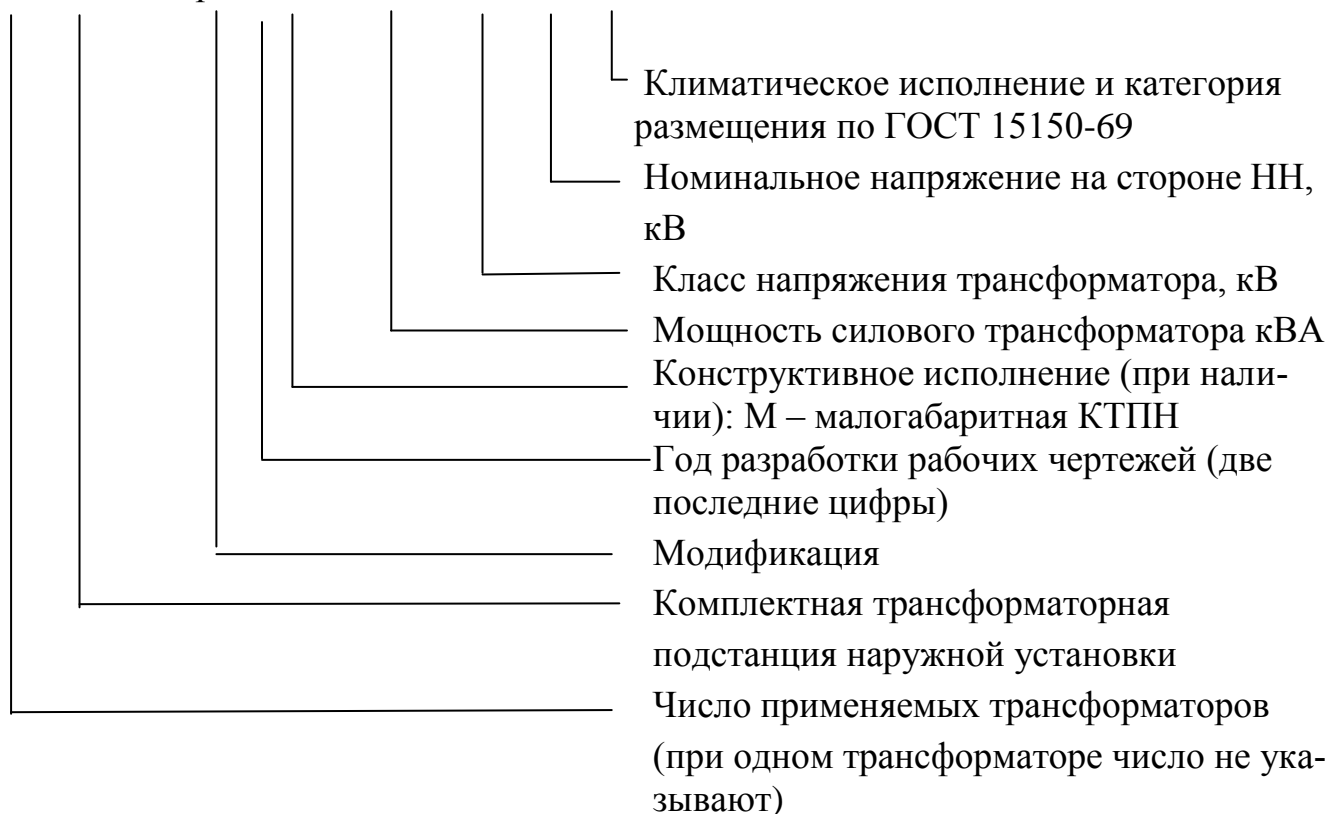
1.1.1 Назначение изделия

1.1.1.1 КТПН проходного или тупикового типа представляет собой сборно-сварную конструкцию, выполненную из металлического листа и предназначена для приема, преобразования и транзита электрической энергии трехфазного переменного тока промышленной частоты 50 Гц на напряжение до 10 кВ.

1.1.1.2 КТПН изготавливаются по ТУ 3412-001-07629712-2007 и соответствуют требованиям ГОСТ 14695-80

1.1.1.3 Структура условного обозначения

X КТПН - Орб 07X – XXXX/XX/XX-XX



Пример записи при заказе КТПН мощностью 2500 кВА, класса напряжения 10 кВ, на номинальное напряжение на стороне НН 0,4 кВ, год разработки 2007, климатического исполнения У, категории размещения 1:

КТПН-Орб 07-2500/10/0,4-У1, ТУ 3412-001-07629712-2007.

1.1.1.4 КТПН изготавливаются для применения в умеренном климате.

Номинальные значения климатических факторов по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89 для исполнения У1, при этом:

- высота над уровнем моря не более 1000 м;
- температура окружающего воздуха от минус 45 до плюс 40 °С;
- тип атмосферы II по ГОСТ 15150-69;
- окружающая среда взрывобезопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, снижающих параметры КТПН в недопустимых пределах.

1.1.2 Технические характеристики

1.1.2.1 Основные параметры и характеристики должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1.

Таблица 1

Основные параметры и характеристики	Значение параметра
1 Мощность силовых трансформаторов, кВА	25;40;63;100;160;250; 400;630;1000;1600; 2000; 2500
2 Номинальное напряжение на стороне высшего напряжения (стороне ВН), кВ	6; 10
3 Номинальное рабочее напряжение на стороне ВН, кВ	7,2;12
4 Номинальное напряжение на стороне НН, кВ	0,4
5 Ток термической стойкости в течение 1 с на стороне ВН, кА	20
6 Номинальная частота, Гц	50
7 Уровень изоляции по ГОСТ 1516.3-96	Нормальная
8 Ток электродинамической стойкости на стороне ВН, кА	51,0
9 Масса камеры, кг, не более	4000*
10 Габаритные размеры, L x B x H, мм - для X КТПН-Орб 07 - для X КТПН-Орб 07М	2200x2000x2530* 1600x1553x4750
11 По типу силового трансформатора	С масляным трансформатором
12 По способу выполнения нейтрали трансформатора на стороне низшего напряжения (стороне НН)	С глухозаземленной; с изолированной
13 По взаимному расположению изделий	Однорядное; двухрядное
14 По числу применяемых силовых трансформаторов	С одним, с двумя
15 По наличию изоляции шин в распределительном устройстве	С неизолированными шинами; с изолированными шинами

Окончание таблицы 1

Основные параметры и характеристики	Значение параметра
16 По выполнению высоковольтного ввода	Кабельный, шинный, воздушный
17 По выполнению выводов НН	Вывод вверх; вывод вниз; вывод вверх и вниз
18 По климатическому исполнению и месту размещения	Категория 1, исполнение У по ГОСТ 15150-69
19 По виду оболочек и степени защиты оболочек	IP23 по ГОСТ 14254-96
20 По способу установки автоматических выключателей	С выдвижными выключателями; со стационарными выключателями
21 По назначению шкафов РУНН	Вводные, линейные, секционные
22 По наличию коридора (тамбура) обслуживания в УВН и РУНН	Без коридора (тамбура) обслуживания; с коридором (тамбуром) обслуживания
23 По виду модуля	Утепленный, неутепленный
*- значения могут уточняться в зависимости от типа встраиваемой аппаратуры (предохранителей, выключателей, разъединителей).	

1.1.3 Состав изделия:

- устройства со стороны высшего напряжения УВН;
- силовой (ые) трансформатор (ы);
- распределительное устройство со стороны низкого напряжения РУНН;
- блок воздушного ввода (для КТПН с воздушным вводом со стороны УВН);
- траверса отходящих линий (для КТПН с воздушным выводом);
- панель собственных нужд ПСН (для вариантов в блок модуле).

1.1.3.1 Общий вид КТПН приведен на рисунках 1 – 8.

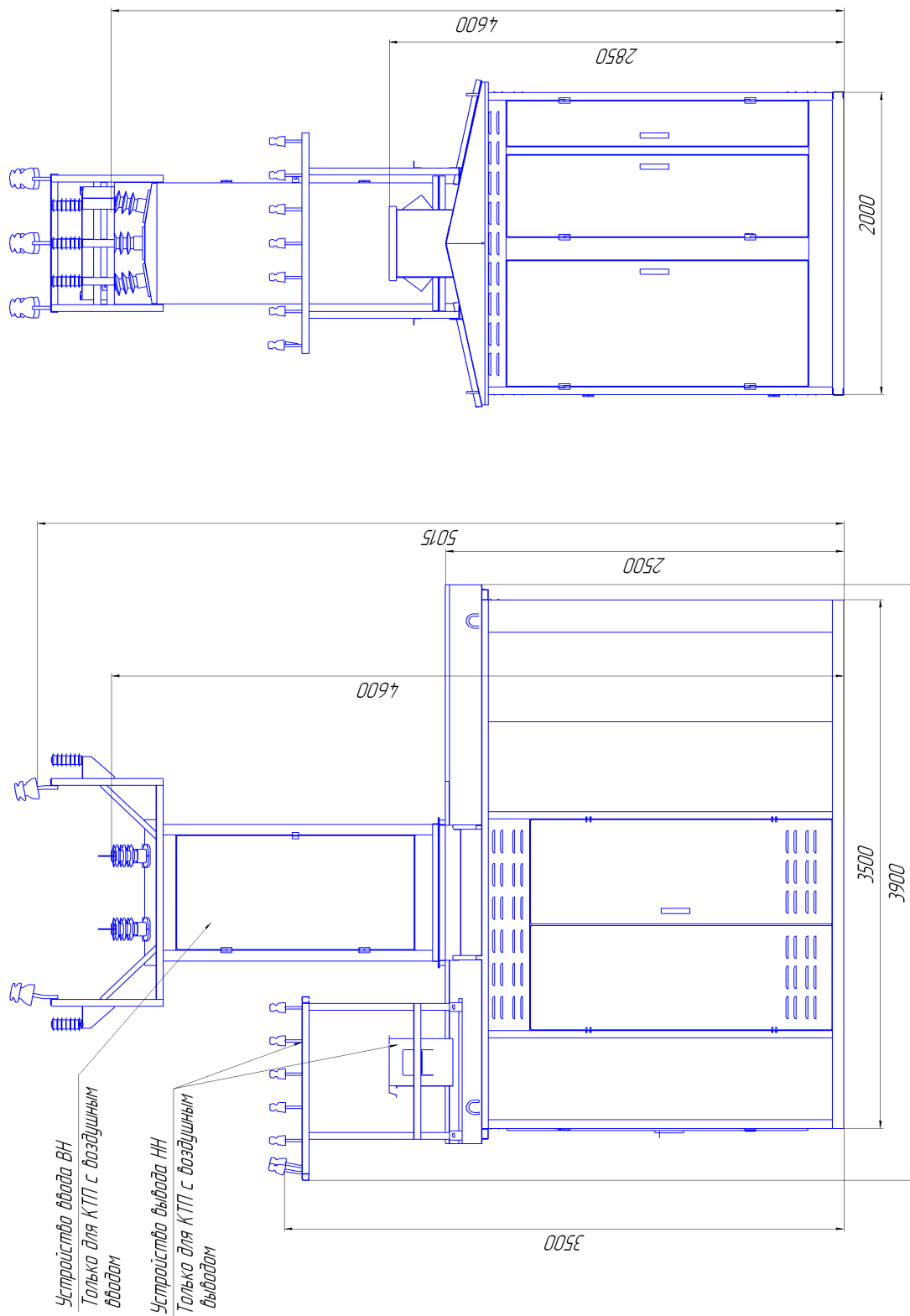


Рисунок 1 – Комплектная трансформаторная подстанция проходного типа КТПН-Орб 07 мощностью до 400 кВА

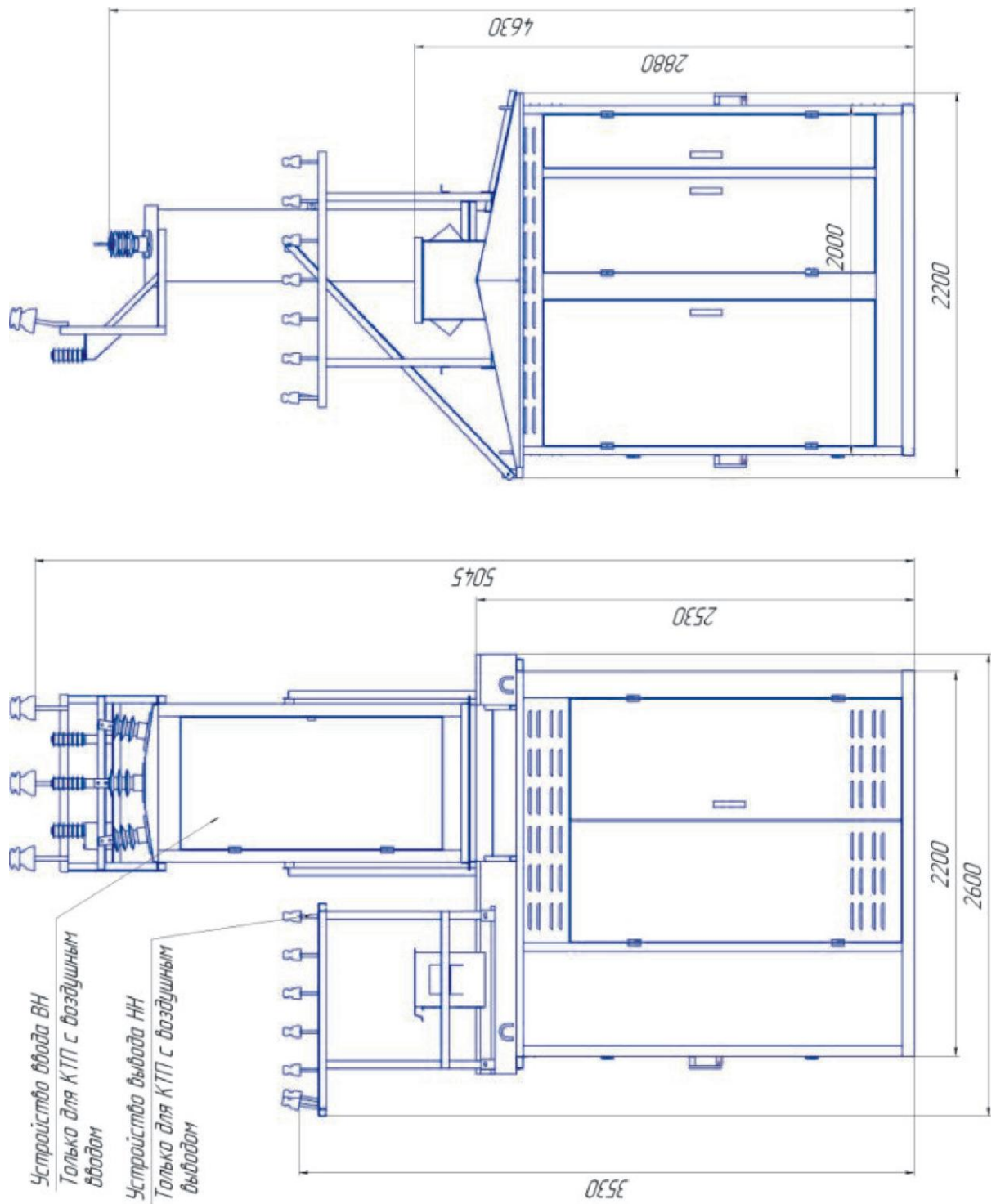


Рисунок 2 - Комплектная трансформаторная подстанция тупикового типа
КТПН-Орб 07 мощностью до 400 кВА

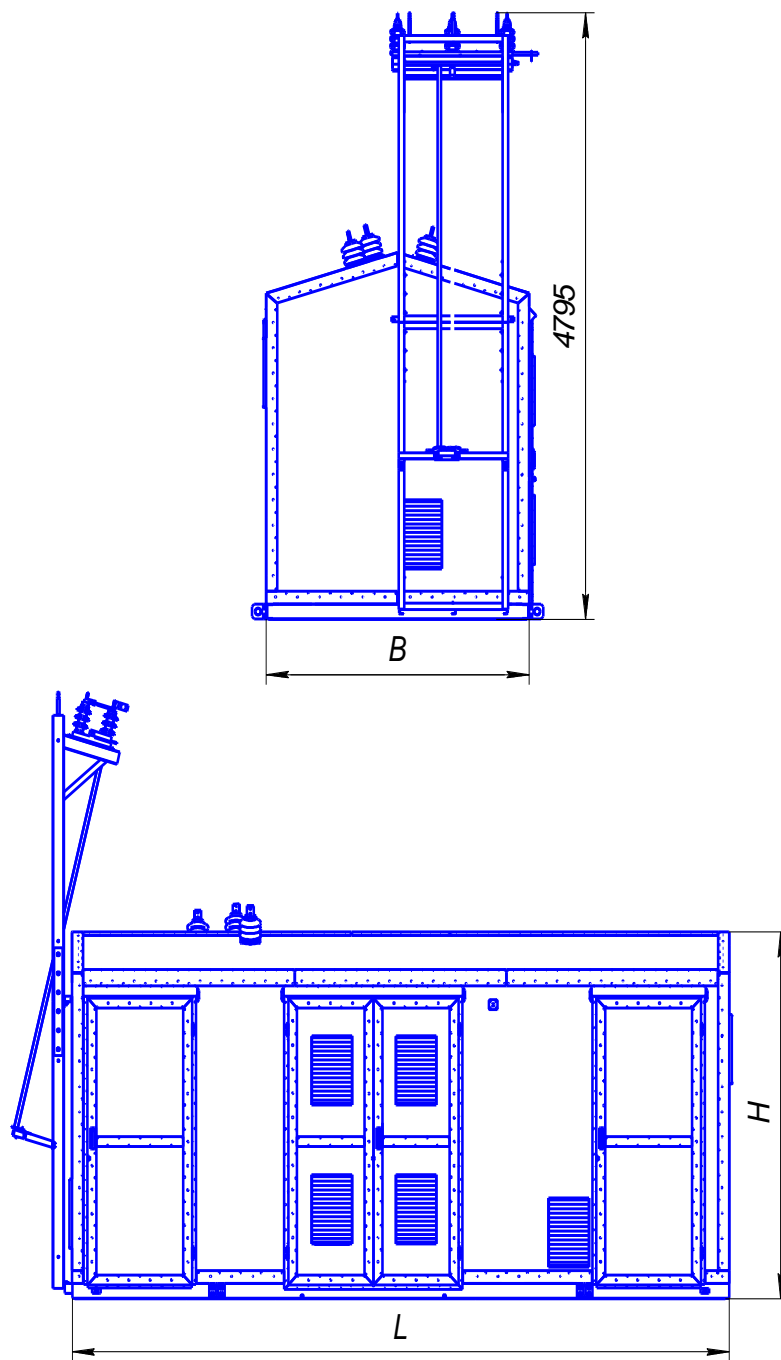
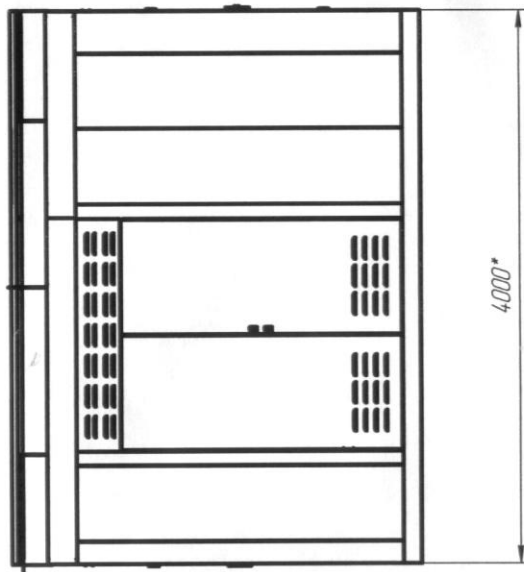


Рисунок 3 - Комплектная трансформаторная подстанция КТПН-Орб 07
мощностью до 1600кВА.



A

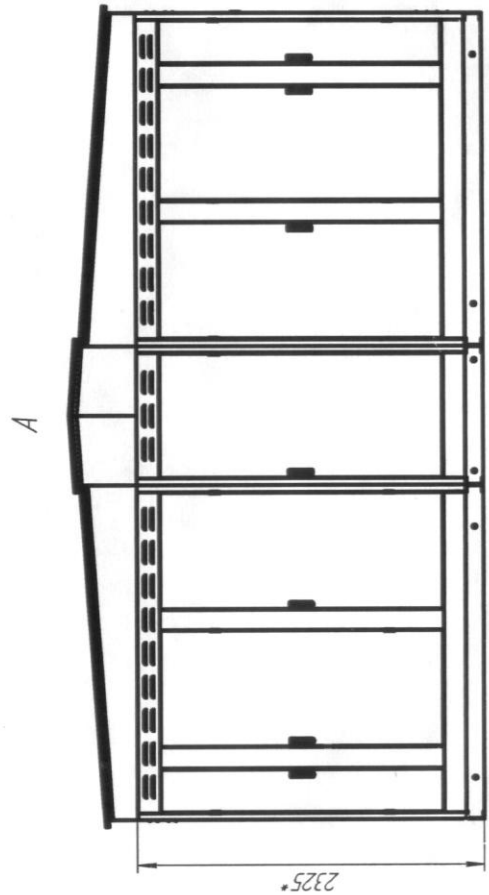
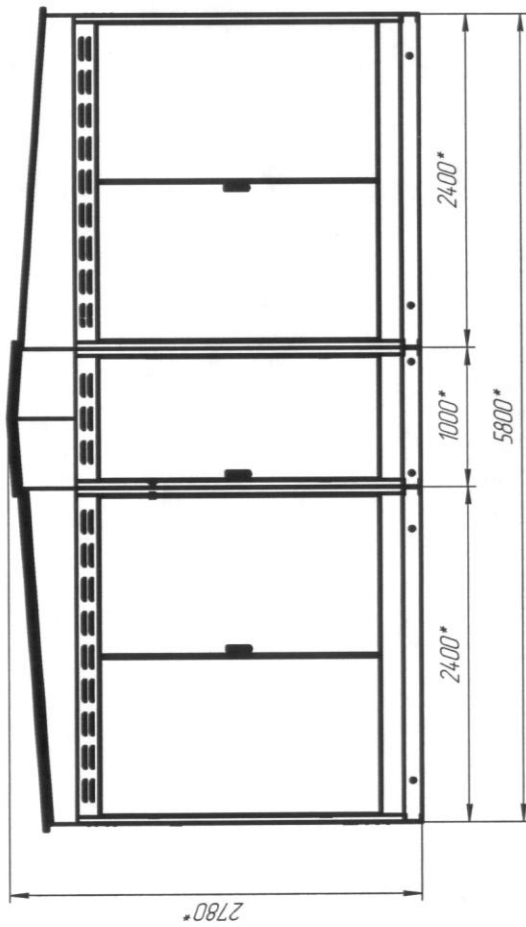


Рисунок 4 – Комплектная трансформаторная подстанция 2КТПН-Орб 07

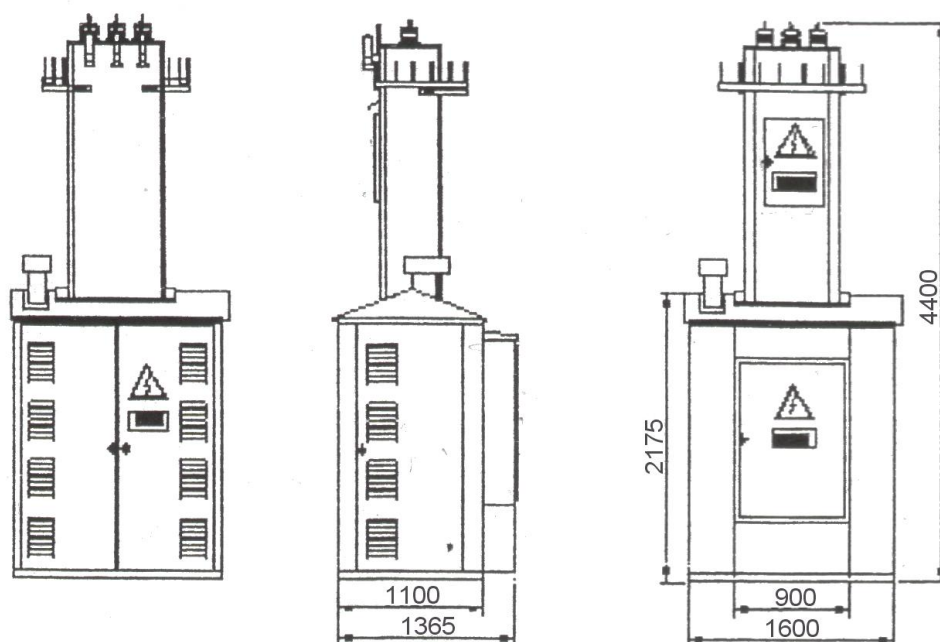


Рисунок 5 - Комплектная трансформаторная подстанция
тупиковая воздух-воздух малогабаритная
КТПН-Орб 07М мощностью до 400кВА.

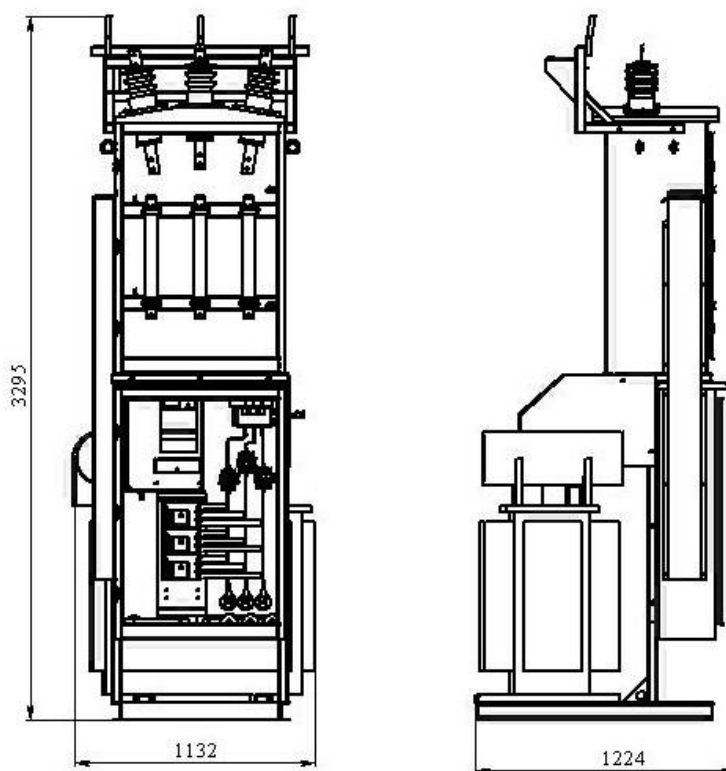


Рисунок 6 - Комплектная трансформаторная подстанция тупиковая воздух-
воздух мачтовая КТПН-Орб 07 мощностью 160кВА.

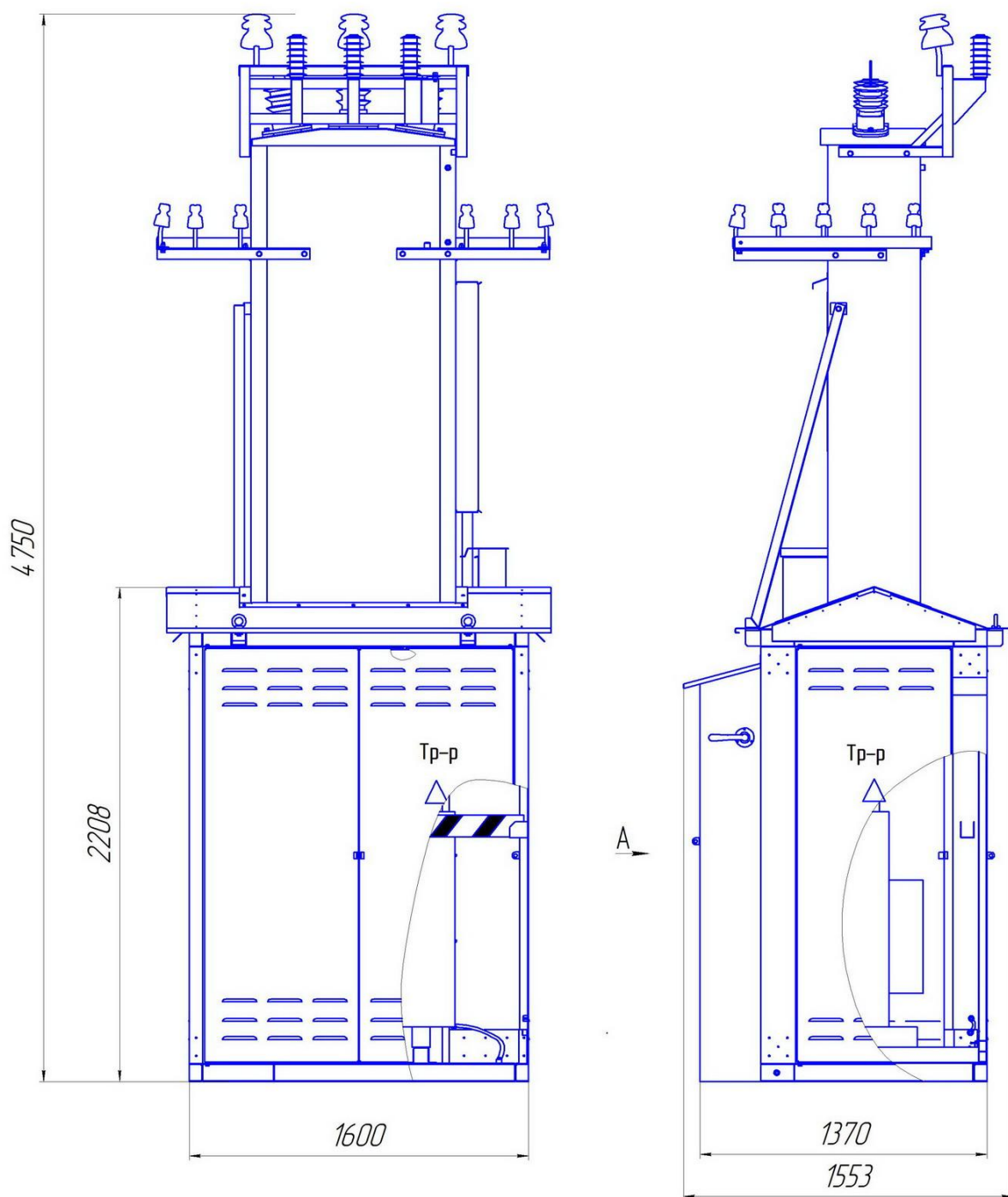


Рисунок 7 - Комплектная трансформаторная подстанция тупиковая воздух-воздух мачтовая КТПН-Орб 07М мощностью до 400кВА.

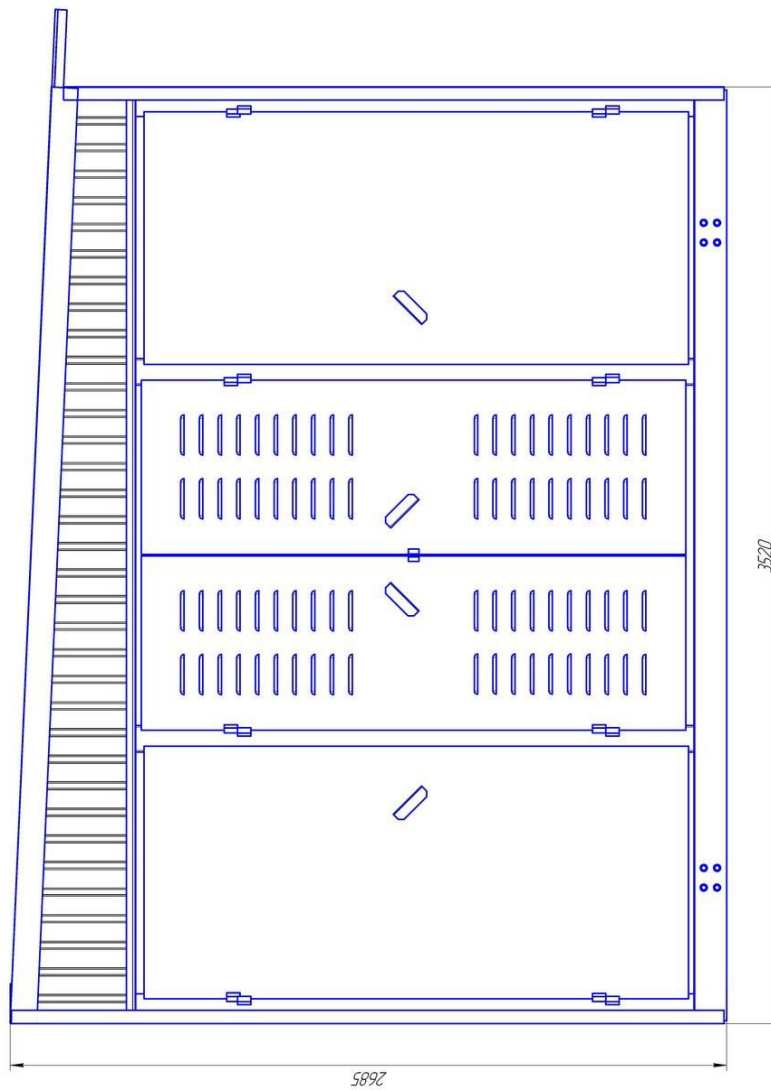
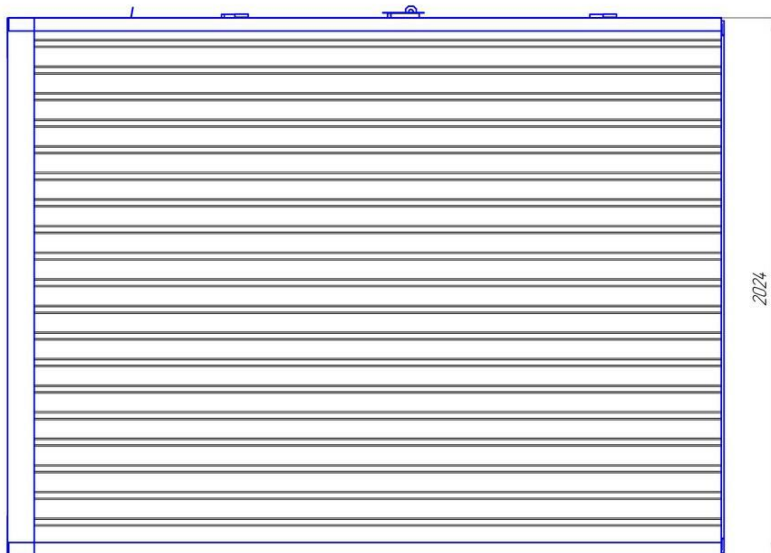


Рисунок 8 – Комплектная трансформаторная подстанция проходного типа
КТПН-Орб 07 мощностью до 400 кВА

1.1.4 Устройство и работа

1.1.4.1 КТПН представляет собой металлический корпус выполненный из листового металла с полностью смонтированными в пределах блока электрическими соединениями главных частей КТПН.

1.1.4.2 Состав КТПН определяется конкретным заказом. По указанию заказчика допускается:

- изготовление КТПН по нетиповым схемам главных и вспомогательных цепей;
- замена типов аппаратов на другие.

1.1.4.3 Распределение электрической энергии и функционирование КТПН осуществляется согласно типовым электрическим схемам главных и вспомогательных цепей.

Схема электрическая комплектной трансформаторной подстанции приведена на рисунке 7.

1.1.4.4 Модульное здание для КТПН может быть выполнено в двух вариантах:

- утепленное - изготовленное из панелей типа «сэндвич» с утеплителем из минеральной ваты на основе базальтового волокна;
- неутепленное, где стена выполнена из холоднокатаного листа.

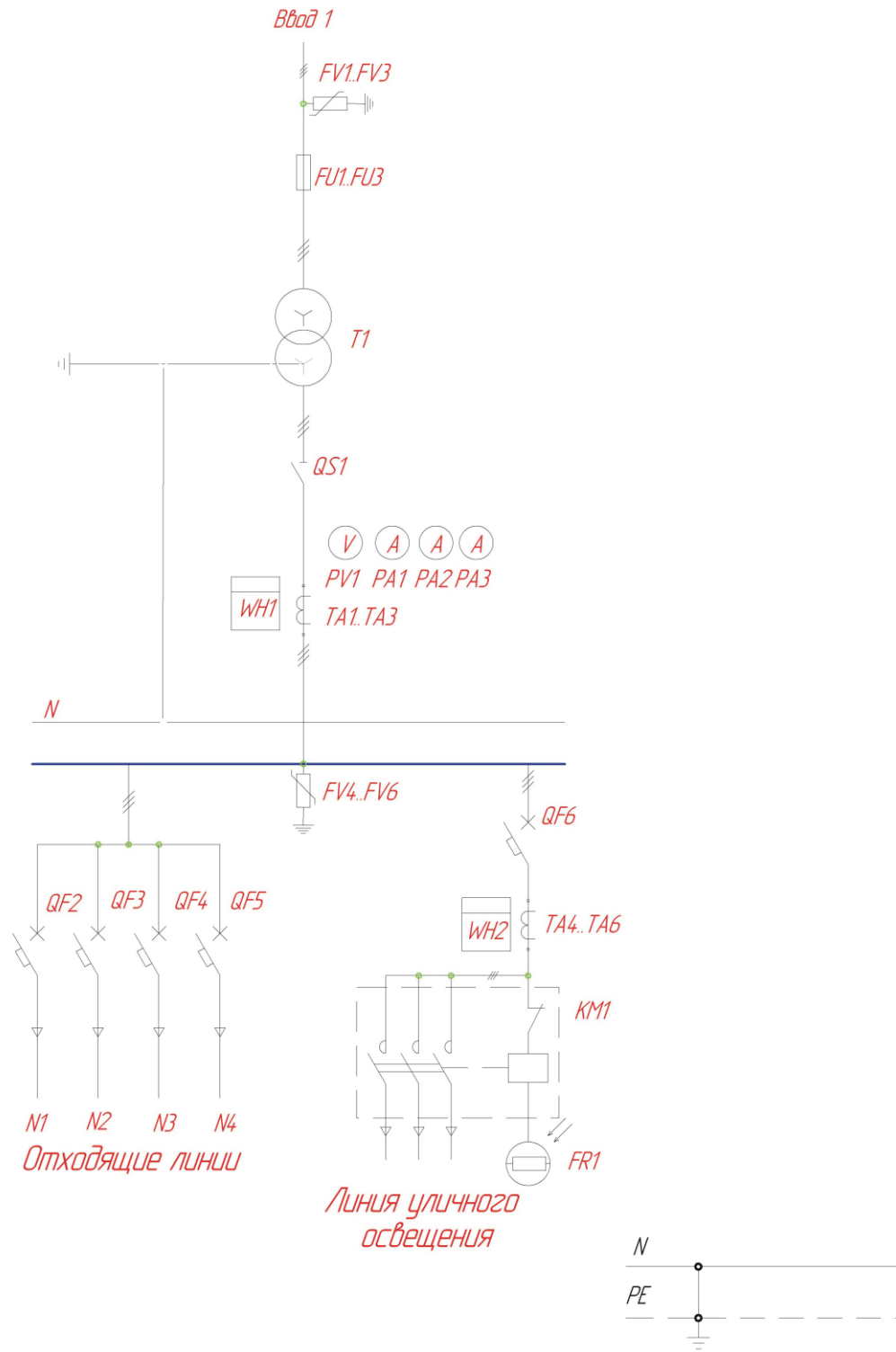


Рисунок 7 - Схема электрическая КТПН*

* может меняться по требованию заказчика

1.1.4.5 В высоковольтном отсеке КТПН установлено следующее оборудование:

- В КТПН проходного типа:

- выключатели нагрузки на линиях;

- выключатели нагрузки для включения и отключения силового трансформатора;

- комплект высоковольтных предохранителей для защиты силового трансформатора от токов короткого замыкания;

- комплект вентильных разрядников РВО-6, РВО-10 или ОПН (при воздушном вводе), РВН-0,5 (ОПН) (при воздушном выводе) для защиты силового трансформатора от грозовых разрядов.

- В КТПН тупикового типа:

- выключатель нагрузки (разъединитель) для включения и отключения силового трансформатора;

- комплект предохранителей для защиты силового трансформатора от токов короткого замыкания;

- комплект вентильных разрядников РВО-6, РВО-10 (при воздушном вводе) или ОПН (при воздушном выводе) для защиты силового трансформатора от грозовых разрядов.

1.1.4.6 Отсек НН имеет следующее оборудование:

- вводной (центральный) рубильник с предохранителями или автоматическим выключателем для снятия напряжения со сборных шин 0,4 кВ;

- рубильники с предохранителями или автоматические выключатели отходящих линий в количестве до шести (в зависимости от заказа);

- панель приборов для учета электрической энергии и пофазного контроля тока и напряжения на шинах 0,4 кВ;

- автоматический выключатель для включения и защиты линии уличного освещения.

1.1.4.7 Ввод (вывод) автоматических выключателей в рабочее (контрольное) положение проводится в соответствии с документацией на эти выключатели.

1.1.4.8 В раме основания корпуса смонтирована емкость для удержания 20 % от полного объема масла силового трансформатора при аварийной утечке масла. Силовой трансформатор установлен на специальных направляющих, расположенных над емкостью для масла. Документация к силовым трансформаторам поставляется совместно с трансформатором.

1.1.4.9 Заземление КТПН и его составных элементов осуществляется подсоединением шин к контуру заземления с помощью болтовых соединений. Заземляющее устройство выполнено общим для КТПН и разъединителей 10 кВ (вариант с воздушным вводом (выводом)). Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом для КТПН с отходящими линиями 0,4 кВ. При этом учитывается, что удельное сопротивление грунта составляет не более 100 Ом/м.

Металлические сборные конструкции КТПН, воздушный ввод УВН, портал отходящих линий РУНН при монтаже на месте эксплуатации, необходимо заземлить, обеспечив замкнутый контур с корпусом подстанции посредством сварки.

1.1.4.10 Воздушный ввод КТПН представляет собой портал в виде кронштейна, на котором закреплены высоковольтные провода для приема ВЛ. Ввод кабелей в УВН и РУНН осуществляется через отверстия в раме основания корпуса. Воздушный ввод в КТПН климатического исполнения У1 выполнен в виде блока, который имеет металлическую оболочку, внутри которой на изоляторах закреплены шины. Присоединение шин блока воздушного ввода к УВН осуществляется с помощью высоковольтных кабельных перемычек.

Соединение секций в двухтрансформаторных КТПН по ВН осуществляется при помощи высоковольтных кабельных перемычек.

1.1.4.11 Защита металлоконструкций КТПН от коррозии осуществлено лакокрасочными покрытиями.

1.1.4.12 КТПН устанавливается на фундаменте. Для КТПН климатического исполнения У1 высота фундамента от 0,2 до 0,4 м.

Фундамент для КТПН климатического исполнения У1 рекомендуются для площадок, сложенных грунтом с нормативными значениями прочностных и деформационных характеристик (СНиП 2.02.07-83).

1.1.5 Маркировка

1.1.5.1 КТПН должна иметь табличку по ГОСТ 12969-67, содержащую основные маркировочные данные по ГОСТ 18620-86 и следующие дополнительные данные:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- условное обозначение КТПН;
- заводской номер;
- дату изготовления (год);
- номинальное напряжение со стороны ВН и НН в киловольтах;
- обозначение настоящих технических условий;
- знак соответствия.

1.1.5.2 Транспортная маркировка – по ГОСТ 14192-96, при этом на каждый груз, кроме основных и дополнительных надписей, должны быть нанесены манипуляционные знаки: "Верх, не кантовать", "Место строповки", "Центр тяжести", "Осторожно, хрупкое».

1.1.6 Упаковка

1.1.6.1 КТПН категории размещения 1 транспортируются без упаковки.

1.1.6.2 Все неокрашенные металлические поверхности КТПН должны быть подвергнуты консервации по ГОСТ 23216-78.

1.1.6.3 Документация должна быть упакована по ГОСТ 23216-78.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения и использование изделия

2.1.1 Эксплуатация и использование КТПН должны проводиться в соответствии с существующими техническими условиями и соблюдением техники безопасности.

2.1.2 Эксплуатация и обслуживание выключателей и аппаратов производится в соответствии с сопроводительной документацией на них.

2.1.3 Для исключения коротких замыканий из-за отказов механизмов расцепления выключателей и обеспечения безопасности оперативного персонала при разборке и сборке схем присоединений 0,4 кВ контроль отключенного положения выключателя перед разборкой схемы определить проверкой отсутствия напряжения на отходящих шинах, проводах или зажимах оборудования, получаемого питания от них.

Контроль отключенного положения главных контактов перед сборкой схемы проверить пробником или мегомметром.

2.1.4 Для устранения неисправностей, возникающих в процессе эксплуатации руководствоваться указаниями о характерных неисправностях в работе аппаратов и методов их устранения, указанных в сопроводительной документации на них.

2.2 Требования безопасности

2.2.1 Требования безопасности должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.4-75 и ТУ 3412-001-07629712-2007.

2.2.2 КТПН должны иметь обозначенные места для наложения переносного заземления в РУНН.

2.2.3 На наружной стороне дверей КТПН должны быть расположены предупреждающие знаки безопасности по ГОСТ Р 12.4.026-2001 (без дополнительной таблички с поясняющими надписями). Кроме того, на наружной стороне дверей шкафа РУНН со стороны сборных шин, а также на двери ячейки рубильника долж-

ны быть установлены таблички с предупреждающими надписями.

2.2.4 Класс защиты от поражения электрическим током - I по ГОСТ 12.2.007.0-75.

2.2.5 Пожарная безопасность КТПН должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.004-91 и должна быть обеспечена:

- использованием взрывобезопасных трудногорючих и негорючих материалов;
- защитой, препятствующей возникновению дуги;
- выбором соответствующих расстояний между токоведущими частями.

Вероятность возникновения пожара в КТПН не должна превышать 10^{-6} в год по ГОСТ 12.1.004-91.

2.2.6 Зажимы заземления КТПН должны конструктивно выполняться по ГОСТ 21130-75 и соответствовать ГОСТ 12.2.007.0-75.

2.3 Подготовка к монтажу

2.3.1 Перед монтажом оборудования проверить:

- комплектность поставки оборудования КТПН в соответствии с паспортом;
- соответствие заводских номеров изделий данным паспорта;
- отсутствие механических повреждений оборудования и комплектующих элементов;
- отсутствие повреждений лакокрасочных изделий.

2.3.2 К монтажу не допускается оборудование, имеющее внешние повреждения. При повреждении лакокрасочных покрытий подкрасить оборудование.

2.4 Руководство по монтажу модульного здания 2КТПН

2.4.1 Монтаж КТПН должен выполняться после завершения комплекса строительно-монтажных работ в соответствии с утвержденным в установленном порядке проектом, действующими строительными нормами и правилами и другими документами.

Электромонтажные работы должны осуществляться после приемки по акту строительной части объекта, а также выполнения мероприятий по охране труда и противопожарной безопасности.

2.4.2 Установка КТПН должна выполняться на ровном фундаменте. Несущие поверхности должны соответствовать требованиям действующих строительных норм и правил.

2.4.3 Кабели внешних подключений должны быть проложены в предусмотренных проектом отверстиях в фундаменте и кабельных каналах, предусмотренных на площадке КТПН.

2.4.4 Монтаж КТПН (Рис. 4, Рис. 2.4.1) на месте эксплуатации должен проводиться в следующей последовательности:

2.4.4.1 Установить модуль (секции) на фундамент, совместив отверстия в полу блок-контейнера для выхода кабелей с отверстиями в кабельных каналах, согласно рис. 2.4.1 (рис. 4) так же см. сборочный чертёж 2КТПН (рис. 2.4.4)

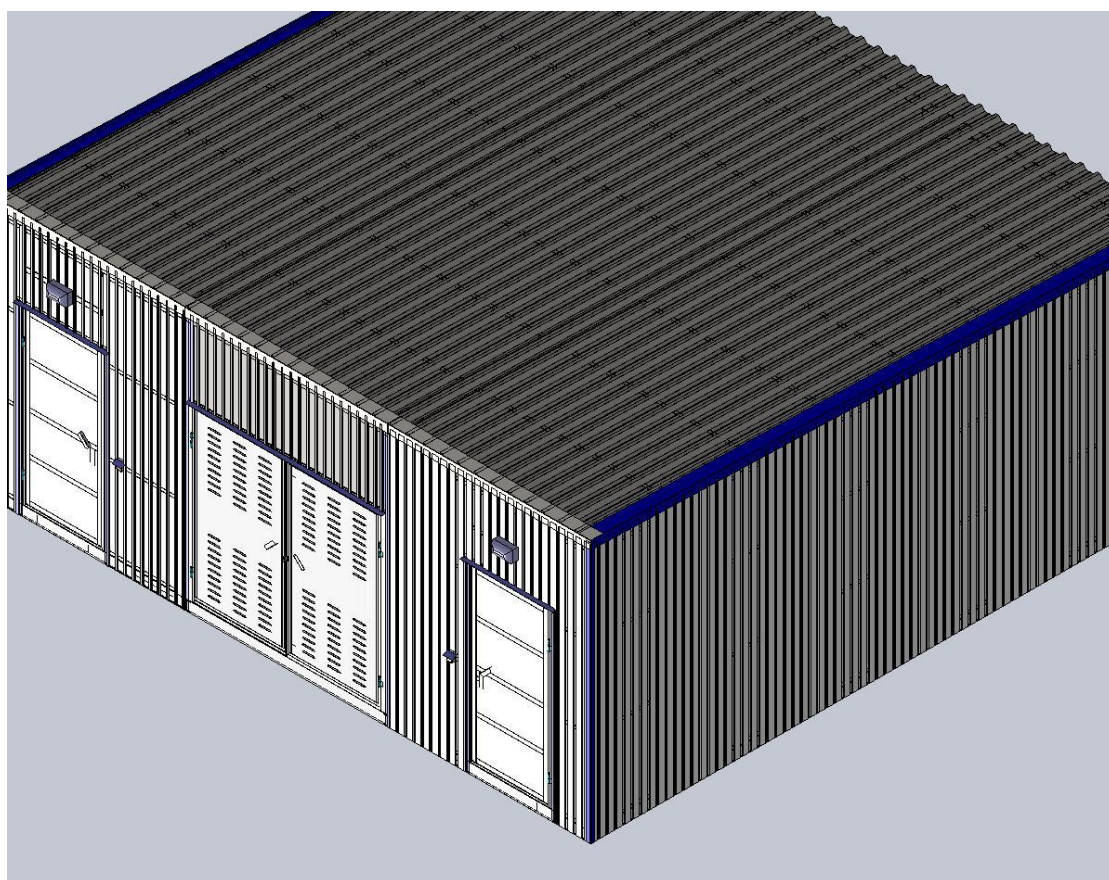


Рис. 2.4.1

Крепить секции модуля болтами М12 (12шт. на каждую сторону), предварительно проложив герметик листовой «Абрис» по контуру соединения секции.

После стыковки модулей на крыше необходимо закрепить стыковочные листы профнастила. Полосы профнастила не требуют дополнительной подгонки. Их необходимо установить на крыше и зафиксировать заклепкой стальной глухой $\varnothing 4,2$ по всей длине. При помощи заклёпок $\varnothing 4,2$ над дверью трансформаторного отсека закрепить уголок, также как и на секциях РУНН и РУВН для рис.2.4.4.

На вертикальные стыки секций при помощи саморезов $4,2 \times 25$ крепить облицовки (см. рис. 2.4.2), также как и на входных дверях секций РУНН и РУВН (см. рис. 2.4.3).

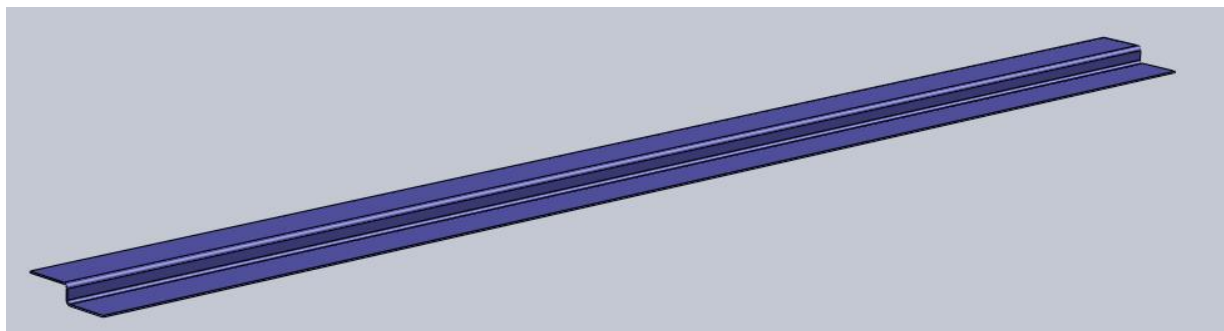


Рис. 2.4.2



Рис. 2.4.3

Установить и закрепить шины секций РУНН и РУВН болтовыми соединениями. Произвести заземление модулей, приварив их снизу к общему контуру заземления. Места сварки покрыть эмалью АУ-1422 ТУ2312-106-2743165-2005.

Перед установкой силового трансформатора необходимо приварить направляющие, предварительно уточнив осевые размеры по силовому трансформатору. Установить силовые трансформаторы и закрепить их к направляющим болтовыми соединениями. Произвести заземление трансформаторов. Установить и закрепить шины от РУНН и РУВН.

2.4.4.2 Произвести электрический монтаж собственных нужд КТПН в соответствии со схемами электрическими Э3, Э5 и Э6.

2.4.4.3 Установить лампы накаливания.

2.4.4.4 Произвести присоединение элементов заземления к общему контуру заземления КТПН. Заземление КТПН должно быть выполнено в соответствии с требованиями ПУЭ.

2.4.4.5 Присоединение кронштейнов для заземления блока РУ 6(10) кВ к контуру заземления КТПН выполнить не менее, чем в двух местах стальной полосой сечением 40 x 4 мм или круглой сталью диаметром не менее 10 мм при помощи сварки. Места сварки зачистить и покрыть эмалью ПФ-115. Присоединение можно выполнить при помощи болтовых соединений, при этом должны быть предусмотрены меры против ослабления и коррозии контактных соединений.

2.4.4.6 Заземление корпуса силового трансформатора выполнить в соответствии с эксплуатационной документацией на него.

2.4.4.7 Проверить фарфоровые изделия (опорные и проходные изоляторы) в отношении отсутствия трещин и сколов.

2.4.4.8 Произвести наладку цепей вторичной коммутации и микропроцессорных защит.

2.4.4.9 При проведении электромонтажных работ должны соблюдаться требования «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок», «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

ВНИМАНИЕ! При электрическом монтаже концевых разделок жилы кабелей, на которые может быть подано напряжение с питающей стороны, должны быть отсоединены и заземлены переносным заземлением для предупреждения ошибочной подачи напряжения.

2.4.5 Приемно-сдаточные испытания КТПН должны быть поведены в соответствии с требованиями ПУЭ.

2.5 Подготовка к работе

2.5.1 Перед включением КТПН необходимо провести следующие работы:

- проверить целостность и исправность аппаратов, изоляции, монтажа, на расцепителях выключателей проверить установку необходимых величин параметров;
- проверить соответствие монтажа схемам соединений электрическим;
- рукоятки переключателей и выключателей установить в отключенное положение;
- стрелки измерительных приборов установить на «0»;
- проверить надежность соединения выключателей, а так же втычных контактных соединений выключателей;
- включить выключатели схемы управления;
- подать напряжение на сборные шины;
- включить необходимые выключатели.

2.6 Действие в экстремальных ситуациях

2.6.1 При возникновении пожара – отключить подачу питания на КТПН.

2.6.2 При отказе автоматического выключателя – отключить питание, устранить причину отказа или заменить вышедший из строя автоматический выключатель.

3 Техническое обслуживание КТПН

3.1 Общие указания

Техническое обслуживание КТПН делится на:

- ежемесячное;
- ежегодное.

3.1.1 Обслуживающий персонал, проводящий обслуживание КТПН, должен пройти теоретическое и практическое обучение с присвоением квалификационной группы.

3.1.2 Обслуживающий персонал должен:

- иметь специальную подготовку, обеспечивающую правильную и безопасную работу электроустановок;
- твердо знать и точно выполнять требования настоящего РЭ и требования сопроводительной документации на комплектующие аппараты;
- уметь пользоваться защитными средствами и приборами для измерения сопротивления изоляции и заземления;
- знать устройство КТПН, уметь выполнять мероприятия по безопасности, предусмотренные данным руководством;
- знать правила оказания первой помощи пострадавшему от действия электрического тока и уметь оказать первую помощь;
- уметь организовать на месте безопасное производство работ и вести надзор за работающими.

3.2 Технический осмотр

3.2.1 Наружный осмотр проводится без снятия напряжения не реже одного раза в месяц (ежемесячное обслуживание), при этом необходимо осмотреть изоляторы, контактные соединения шин и токоведущие части аппаратов, доступные для осмотра при открытых дверях.

3.2.2 Ежегодное обслуживание проводится при снятом напряжении, при этом помимо осмотра необходимо:

- произвести чистку оборудования, выборочно проверить затяжку болтовых контактных соединений и по результатам проверки определить необходимость подтяжки всех контактных соединений;

- заменить поврежденные изоляторы;

- проверить действие блокировок выключателей;

- проверить заземление выключателей. Сопротивление заземления не должно превышать 0,1 Ом;

- произвести замер сопротивления изоляции мегомметром на напряжение 1000 В, при этом сопротивление изоляции каждой составной части должно быть не менее 1 Ом;

- провести работы по техническому обслуживанию силовых выключателей согласно инструкции по эксплуатации на них.

3.2.3 Перечень инструментов и приборов для проведения технического обслуживания приведен в приложении А.

3.3 Текущий ремонт

3.3.1 Общие указания и меры безопасности

3.3.1.1 При ремонтных работах выполнить следующие мероприятия:

- произвести необходимые отключения и подготовить рабочее место для безопасного производства работ в соответствии с действующими правилами техники безопасности;

- вывесить плакаты: «НЕ ВКЛЮЧАТЬ РАБОТАЮТ ЛЮДИ!». Плакаты вывешиваются лицами, проводящими отключение, на аппараты, при помощи которых может быть подано напряжение.

3.3.1.2 ЗАПРЕЩАЕТСЯ приступать к каким либо работам, касаться токоведущих частей, не отключив предварительно соответствующий участок цепи и не заземлив его.

3.3.1.3 ЗАПРЕЩАЕТСЯ включать и отключать выключатели, имеющие дистанционный или ручной привод, в рабочем положении при открытых дверях корпуса.

4 Транспортирование и хранение

4.1 Условия транспортирования

4.1.1 Условия транспортирования в части воздействия механических факторов "С" по ГОСТ 23216-78, в части воздействия климатических факторов внешней среды такие же, как для условий хранения 8 по ГОСТ 15150-69.

4.1.2 Допустимый срок сохраняемости до ввода в эксплуатацию - 1 год.

4.1.3 При транспортировании КТПН железнодорожным транспортом необходимо пользоваться "Техническими условиями размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах". Род подвижного состава - платформы.

4.2 Условия хранения

4.2.1 Условия хранения КТПН - 8 по ГОСТ 15150-69.

5 Утилизация

5.1 Утилизацию КТПН производят после выработки полного срока службы путем разборки на составные части. Утилизацию шин, кабелей КТПН, содержащих цветные металлы проводить в соответствии с требованиями соответствующих нормативных документов.

Приложение А
(рекомендуемое)

Перечень инструментов и приборов
для проведения технического обслуживания

- 1 Ключи гаечные двухсторонние 78: 8 x 10; 10 x 12; 12 x 13; 14 x 17; 17 x 19; 19 x 22; 22 x 24; 24 x 27 ГОСТ 10112-2001 или ключи: 7811-0006; 7811-0003; 7811-0004; 7811-0007; 7811-0021; 7811-0021; 7811-0022; 7811-0023; 7811-0024; 7811-0025; 7811-0026; С1 ХИМ ОКС пр. М ГОСТ 2839-80.
- 2 Линейка 1-500 ГОСТ 427-75.
- 3 Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,10 ГОСТ 166-89
- 4 Плоскогубцы 7814-0084 ГОСТ 7236-93
- 5 Напильник 2820-1120 ГОСТ 1465-80
- 6 Отвертка 7810-0310 ГОСТ 17199-88
- 7 Молоток 7850-0101 ГОСТ 2310-77
- 8 Динамометр ДОСМ-3-1 98ОН ГОСТ 9500-84
- 9 Ключ динамометрический МТ-1-120
- 10 Вольтметр В7-34

Вспомогательные материалы

- 1 Бензин марки Б-210 ГОСТ 1012-72 (Уайт-спирит ГОСТ 3134-78)
- 2 Смазки ЦИАТИМ-221 ГОСТ 9433-80 или ЦИАТИМ-203 ГОСТ 8773-73
- 3 Ветошь обтирочная