**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

**Краевое государственное бюджетное**

**профессиональное образовательное учреждение**

**«Дивногорский гидроэнергетический техникум имени А.Е.Бочкина»**

**Методические указания**

**и**

**контрольные задания**

для студентов заочного отделения

специальности:

13.02.03 «Электрические станции, сети и системы»

по

**МДК-01.01- “Техническое обслуживание электрооборудования электрических станций, сетей и систем ”**

в рамках профессионального модуля

ПМ-01. “Обслуживание электрооборудования электрических станций,

сетей и систем”

**2016 г.**

Контрольная работа выполняется по варианту и **в формате А4** (297мм-210мм) **машинописным текстом** в соответствии с ГОСТОМ 2.105-95 “Единая система конструкторской документации”, специальной многофункциональной программой MiсrosoftWord**14 шрифтом TimesNewRoman**, расстоянием между строк **1,0 или 1,15 строчного интервала**. Поле для подшивки 30 мм, расстояние от края до текста внизу страницы 10-20мм. Изложение делается в безличной форме. При необходимости и для полного ответа на теоретические вопросы и практические задания, работа  **может сопровождаться**: **иллюстрациями, графиками, эскизами, чертежами, схемами** выполненными **на формате (А3)** при помощи специальной программы (**Visio. Kompas. AutoCad), или на миллиметровочной бумаге карандашом.**

**Номер варианта** соответствует **последней цифре шифра зачётной** книжки.

Страницы текстового документа нумеруют арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему документу. Титульный лист текстового документа включают в общую нумерацию страниц. Номер страницы на титульном листе не проставляют.

Текст основной части документа делят на разделы, подразделы. Разделы, подразделы, пункты и подпункты нумеруют арабскими цифрами и печатают с абзацного отступа*и* ***без точки как после цифры так и после наименования*** *.*

Формулы выделяют из текста в отдельную строку и печатают с абзацного отступа. Выше и ниже каждой формулы должна быть оставлена одна свободная строка.

Над таблицей помещают слово **«Таблица»** без абзацного отступа, затем – номер таблицы, **через тире – наименование таблицы**. В таблице рекомендуется использовать размер шрифта 10, 12 TimesNewRoman.

Иллюстрации в текстовом документе (чертежи, диаграммы, графики, фотоснимки, схемы) размещают непосредственно после ссылки на них в тексте или на следующей странице и обозначают словом «Рисунок».Иллюстрации должны иметь наименование и, при необходимости, поясняющие данные. **Поясняющие данные помещают под иллюстрацией, а ниже печатают слово «Рисунок» без точке, затем номер без точке, затем “тире”и наименование рисунка.**

После получения контрольной работы с оценкой и замечаниями преподавателя, следует изучить все замечания , поправки и исправить ошибки в конце работы. Если работа получила неудовлетворительную оценку, то студент выполняет её снова по старому или новому варианту ( по указанию преподавателя) и сдаёт её нова вместе с не зачтённой работой. Лабораторные работы выполняются во время сессии и после сдачи контрольных работ с положительной оценкой. Практические работы выполняются по методическим брошюрам выдаваемым преподавателем на сессии, по данным работам выставляется допуск к экзамену по предмету.

Сдача зачёта и экзамена производится только после получения всех предшествующих ему зачётов.

При заочной форме обучения в соответствии с рабочим учебным планом по модулю предусмотрено:

- обязательные аудиторные занятия - \_\_\_\_\_\_\_\_, в том числе

- обзорные лекции - \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

- лабораторные, практические занятия - \_\_\_\_\_\_\_\_

- самостоятельная работа - \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

- 1 контрольная работа

1. **КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1 ПО МДК-01.01** “Техническое обслуживание электрооборудования электрических станций, сетей и систем”.

**Вариант №9**

1. Задача №1
2. Задача №2
3. Задача №3

**Задача №1.**

Однофазный трансформатор мощностью **Sном** включен в сеть с частотой тока - . Номинальные первичное и вторичное напряжения**-U2номU1ном**.

Действующее значение напряжения, приходящееся на один виток **Uвит**.

Максимальное значение магнитной индукции -**Вmax**

Плотность тока в обмоточных проводах первичной и вторичной обмоток -**∆**

**Определить:**

- число витков в обмотках - и .,

- площадь поперечного сечения стержня магнитопровода - **Qст**,

**-**поперечное сечение обмоточных проводов первичной и вторичной обмотоки,

Таблица 1 – Исходные данные задачи

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **варианта** | **U2ном** | **U1ном** | **Sном** |  | **Uвит** | **∆** | **Вmax** |
| **1** | 6 | 0,4 | 630 | 50 | 5 | 4,0 | 1,3 |
| **2** | 10 | 0,4 | 1000 | 50 | 6 | 5,1 | 1,2 |
| **3** | 35 | 10 | 63000 | 50 | 4 | 3,6 | 1,8 |
| **4** | 110 | 10 | 40000 | 50 | 9 | 4,8 | 1,7 |
| **5** | 6,6 | 6,6 | 1000 | 50 | 7 | 5,2 | 1,6 |
| **6** | 10 | 0,4 | 400 | 50 | 8 | 4,7 | 1,4 |
| **7** | 110 | 10 | 6300 | 50 | 5,6 | 6,1 | 1,36 |
| **8** | 35 | 10 | 63000 | 50 | 8,4 | 6,8 | 1,78 |
| **9** | 10 | 0,6 | 630 | 50 | 3 | 5,4 | 1,23 |
| **10** | 6 | 0,4 | 1000 | 50 | 3 | 6,1 | 1,23 |

**Методические рекомендации по решению задачи №1.**

Действующее значение ЭДС первичной обмотки трансформатора

Уравнение напряжения для первичной обмотки трансформатора

ЭДС первичной обмотки трансформатора, наведённая основным магнитным потоком Фmax, представляет собой ЭДС самоиндукции и поэтому находится в противофазе с подведённым к первичной обмотке напряжением U1 ном. ., поэтому имеет знак минус. В силу малого значения индуктивного () и активного () падений напряжений, можно с некоторым приближением считать, **что ЭДС**

**( уравновешивается первичным напряжением ()** обмотки трансформатора.

Напряжение витка обмотки (**Uвит**) трансформатора

Номинальная мощность трансформатора

Плотность тока в проводахпервичной обмотки трансформатора

Поперечное сечение стержня магнитопровода трансформатора

где:

коэффициент заполнения шихтованного стержня сталью = 0,93.

**Задача №2.**

По данным нагрузок потребителей и их количества подстанции на каждом классе напряжения**,** необходимо рассчитать расчётную мощность силовых трансформаторов (Sрасч.ном.тр), устанавливаемых на подстанции. И затем выбрать мощность трансформаторов подстанции(Sном.тр ) по справочнику.

**Начертить структурную схему по своему варианту** с обозначением марки трансформаторов, согласно **Приложения 9** и соответствующим количеством потребителей с обозначением класса напряжения и мощности каждого.



Рисунок 2 - Структурная схема электроустановки

Таблица 2 – Исходные данные задачи

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  вар. |  |  | nСН |  |  | nНН | nВН |  |  |  |
| 1 | 30 | 0,99 | 2 | 8 | 0,78 | 4 | 2 | 220 | 110 | 10 |
| 2 | 40 | 0,77 | 2 | 10 | 0,9 | 3 | 3 | 330 | 220 | 10 |
| 3 | 55 | 0,88 | 2 | 9 | 0,85 | 4 | 3 | 330 | 110 | 10 |
| 4 | 61 | 0,75 | 2 | 11 | 0,88 | 6 | 4 | 500 | 220 | 10 |
| 5 | 90 | 0,95 | 2 | 14 | 0,79 | 5 | 2 | 220 | 110 | 10 |
| 6 | 46 | 0,73 | 2 | 7 | 1,77 | 4 | 4 | 500 | 220 | 10 |
| 7 | 75 | 0,98 | 2 | 8,5 | 0,91 | 3 | 3 | 330 | 110 | 10 |
| 8 | 89 | 0,88 | 2 | 9,2 | 0,86 | 5 | 2 | 220 | 110 | 10 |
| 9 | 50 | 0,76 | 2 | 7,8 | 0,75 | 6 | 2 | 110 | 35 | 10 |
| 10 | 46 | 0,76 | 2 | 8,3 | 0,7 | 3 | 2 | 110 | 35 | 10 |

**Методические рекомендации по решению задачи №2.**

Для электроснабжения потребителей первой или второй категории, как правило, устанавливают два трансформатора. Поскольку проектируемая подстанция предназначена для электроснабжения потребителей по сетям двух напряжений, следует предусматривать установку трёхобмоточных трансформаторов или автотрансформаторов. Трансформаторы подстанции выбирают с учётом регулирования напряжения под нагрузкой - РПН.

По структурной схеме определяют общую мощность подстанции:

Общая мощность эл. установки определяется по формуле:

= +

Где мощность каждого РУ определяют по формулам.

Активная мощность РУ:

= nСНРСН

Полная мощность РУ:

=;.

где:

-коэффициент мощности для РУ среднего напряжения,

PСH– активная расчетная мощность нагрузок РУ среднего напряжения

nСН– количество потребителей РУ среднего напряжения.

Остальные распределительные устройства каждого напряжения определяются так же.

Условие выбора расчётной мощности трансформатора на двухтрансформаторной подстанции: ;

Sрасч.ном.тр= 0,7

По данному условию, с учетом номинальных напряжений (ВН/СН/НН) из **[Приложения 2]**выбираем ближайшее стандартное значение мощности трансформатора по условию

Sном.тр ≥Sрасч.ном.тр

Данные выбранного трансформатора сводим в таблицу

Таблица 2.1 - Характеристики трансформатора

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип трансформатора | UНОМ. кВ  (Uср.) | | | Sном,  МВА | ∆Рх.х  кВт | Uк.з, % | | |
| ВН | СН | НН | В-С | В-Н | С-Н |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Проверим загрузку трансформатора по ПУЭ

Условие нормальной и экономичной работы трансформатора в нормальном режиме:

Кз.нр =

где:

количество силовых трансформаторов установленных на подстанции

(как правило 2)

Коэффициент загрузки в аварийном режиме по ПУЭ не должен превышать технически допустимого значения:

Кз.нр =

**Задача №3.**

Рассчитать молниезащиту подстанции напряжением - /  **,**имеющая схему главных электрических соединений – (по варианту), с количеством потребителей на каждом классе напряжения Nвни Nнн.

**Рисунок 3.1** и **Рисунок 3.3,** согласно ваших расчётов **перечертить в контрольную работу**.

Таблица 3 – Исходные данные задачи

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | **Приложение 1** |  | NВН линий |  | NВН линий |
| 1 | Две системы шин | 220 | 2 | 10 | 5 |
| 2 | Две системы шин с обходной | 330 | 4 | 10 | 6 |
| 3 | Одна секционированная система шин | 110 | 2 | 10 | 4 |
| 4 | Две системы шин | 220 | 4 | 10 | 3 |
| 5 | Две системы шин с обходной | 110 | 4 | 10 | 5 |
| 6 | Одна секционированная система шин | 110 | 2 | 10 | 4 |
| 7 | Две системы шин | 220 | 4 | 10 | 6 |
| 8 | Две системы шин с обходной | 330 | 3 | 10 | 3 |
| 9 | Одна секционированная система шин | 110 | 2 | 10 | 4 |
| 10 | Две системы шин | 220 | 3 | 10 | 3 |

**Методические рекомендации по решению задачи №3.**

Расчёт молниезащиты (в рамках учебного процесса) производится только одногоиз открытых распределительных устройств ( ОРУ) подстанции или всей территорииесли подстанция небольшая. МолниезащитаКРУН и ЗРУ не рассчитываются.

Методик расчёта грозозащиты много, все они предложены в различных электротехнических справочниках, если вы нашли одну из таких методик и вам она понятна и понравилась, вы можете использовать её, но обязательно указать источник, откуда была взята ваша методика. В данных методических указаниях взята методика из источника .

Рисунок, по которому производится расчёт, представлен ниже. На нём указаны необходимые высоты защищаемых объектов подстанции..



Рисунок 3.1 - Разрез двух молниеотводов для схемы РУ –“Две системы шин ”. (В качестве примера.)

где:

- высота самого высокого объекта на ОРУ, это линейные порталы или линия подвеса ошиновки , от которой выполнены спуски к разъединителям РУ.

- высота молниезащитного устройства, до железного проводника молниеотвода

– высота зоны перекрытия двух молниеотводов.

- высота самого стержневого молниеотвода вместе с порталом.

- расстояние (L1 , L2) между молниеотводами по ширине ( *расстояние между порталами перекидок на ОРУ по длине ячейки подстанции.*) и длине

( *расстояние равное одно -двум шагам ячейки по ширине модели прямоугольника* ) ячеек ОРУ соответственно.

Молниеотводы устанавливаются на линейных порталах распределительного устройства подстанции через определённое число ячеек с определённым шагом данных ячеек.Число ячеек выбирает сам студент как правило это больше 2 и меньше 4, это определяет один из размеров прямоугольника. Другой размер прямоугольника, определяется длиной ячейки в зависимости от вида схемыэлектрических соединений РУ. Так получается прямоугольник, представленный на Рисунке 3.3.

Зона защиты всех установленных молниеотводов на подстанции, создаёт так называемую защитную сетку, покрывающую всё оборудование под собой. Но поверхность данной сетки не ровная, она проваливается в низ между парными молниеотводами, поэтому цель данного раздела и рассчитать не только высоту молниеотводов, но и высоту провала, чтобы это провал не был ниже чем самое высокое оборудование подстанции. Как правило, самое высокое оборудование это линии подвеса линейных шин или так называемые линейные порталы.

Линейные порталы устанавливаются, как правило, у забора подстанции со стороны отходящих или приходящих на подстанцию линий. И так, шаг ячейки - это ширина ячейки электрической схемы в зависимости от класса напряжения. Длина ячейки электрической схемы РУ определяется видом схемы главных электрических соединений распредустройства подстанции по.

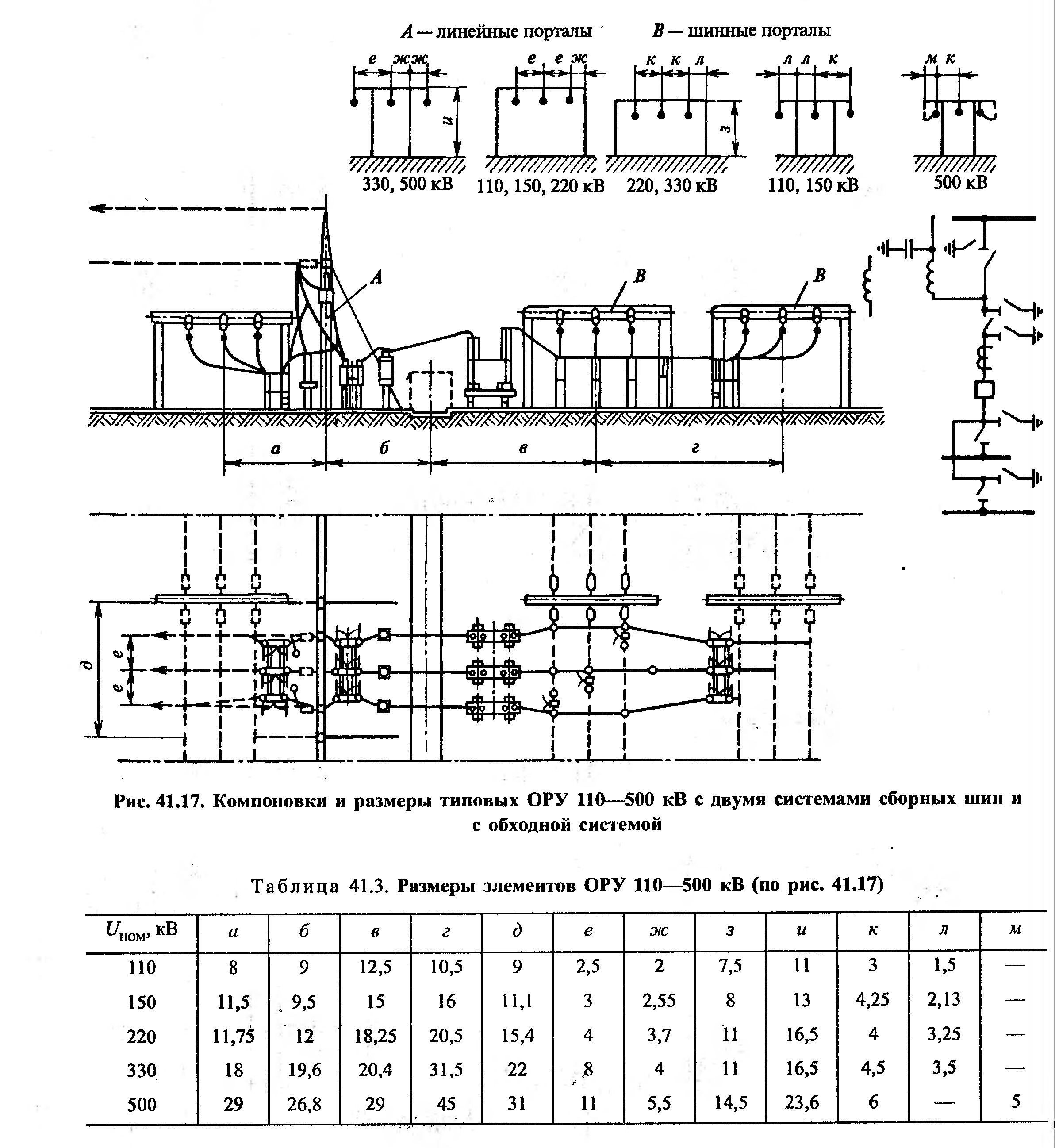


Рисунок 3.2 - Для определения шага ячейки, (в таблице это буква- и длины ячейки ( в таблице это сумма букв а, б, в,,г). На рисунке 41.17 изображена ячейка линии с выключателем и видом схемы – две системы шин с обходной системой шин.

Для определения высоты молниеотвода применим формулу четырёх

молниеотводов:

где:

это диагональ предполагаемого четырёхугольника, образованного четырьмя молниеотводам, установленными на линейных порталах согласно, шага ячейки, длины ячейки и вида схемы ОРУ.

Найдём диагональ четырёхугольника

**=**



Рисунок 3.3 - План защитных зон четырёх молниеотводов, установленных на линейных порталах подстанции.

где:

Д – диагональ прямоугольника.

радиус защиты молниеотвода по земле и с торцевых сторон зоны защиты молниеотвода на высотах и .

радиус защиты по боковым линиям зоны защиты парных молниеотводов на высоте .

радиус защиты по земле с боковых сторон зоны защиты парных молниеотводов .

- расстояние (L1 , L2) между молниеотводами по ширине ( *расстояние между порталами перекидок на ОРУ по длине ячейки подстанции.*) и длине

( *расстояние равное одно -двум шагам ячейки по ширине модели прямоугольника* ) ячеек ОРУ соответственно.

**Высота молниеотвода:**

**=**



Рисунок 3.4 – Поясняющий рисунок определённые параметры зон молниеотводов.

– не рассчитывать).

1. **Расчёт защитной зоны перекрытия по стороне “ ”.**

**Для** 5 в противном случае молниеотводы рассматриваются как одиночные и для рассмотрения их как пары, необходимо уменьшить между ними расстояние.

* 1. **Если данное расстояние 1,5 , значит формулы расчётов:**

1,5 ).

= 0,92

При этом должно выполняться условие:

Если условие выполняется то провалов в защитной зоне нет, всё оборудование защищено.

Если условие не выполняется следовательно, необходимо увеличить высоту молниеотвода на 2-5 метров, если это не помогло значит нужно уменьшить расстояния между ними.

* 1. **Если данное расстояние 1,5 , значит формулы расчётов:**

1. **Расчёт защитной зоны перекрытия по стороне “ ”. ”.**

**Для** 5 в противном случае молниеотводы рассматриваются как одиночные и для рассмотрения их как пары, необходимо уменьшить между ними расстояние.

* 1. **Если данное расстояние 1,5 , значит формулы расчётов:**

1,5 ).

= 0,92

При этом должно выполняться условие:

Если условие выполняется то провалов в защитной зоне нет, всё оборудование защищено. Если условие не выполняется следовательно, необходимо увеличить высоту молниеотвода на 2-5 метров, если это не помогло значит нужно уменьшить расстояния между ними.

* 1. **Если данное расстояние 1,5 , значит формулы расчётов:**

1. **ПРИЛОЖЕНИЯ:**

Приложение 1. Вид главных схем электрических соединений подстанций.

Приложение 2. Силовые трансформаторы, технические характеристики

**Приложение1**

**Данные схемы(Рисунок 9.1)** применяются на напряжение 35-110 кВ в электроустановки с количеством потребителей до 4 шт. На данной схеме изображены обязательные присоединения и нет потребителей.



Рисунок 9.1 – Схема на 35 кВ. “Одна рабочая секционированная система шин”.

**Данные схемы (Рисунок 9.2** )применяются на напряжения 6 , 10 кВ. На данной схеме изображена электрическая схема КРУН-10кВ с выкатными ячейками, с обязательными присоединениями и с двумя линиями потребителей 10 кВ.

Рисунок 9.2 – Схема на 6 , 10кВ. “Одна рабочая секционированная система шин”. КРУН-10 кВ с двумя потребителями.

**Данные схемы (Рисунок 9.3)**применяются на напряжения 110 – 330 кВ с количеством потребителей от 5 до 10шт на подстанциях небольшой мощности. На данной схеме изображены обязательные присоединения и пять потребителей.



Рисунок 9.3 – Схема 110 -330кВ. “Две рабочие системы шин”.

**Данные схемы (Рисунок 9.4)** применяются на напряжения 110 – 500 кВ с количеством потребителей от 5 до 10 шт. На данной схеме изображены обязательные присоединения и шесть потребителей.



Рисунок 9.4 – Схема 110 -500кВ. “Две рабочие системы шин с обходной”.

**Приложение 2**

**Таблица П.1.1. Трансформаторы с высшим напряжением 110 кВ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип трансформатора | Sном, МВА | Напряжение обмотки, кВ | | | Потери, кВт | | Uк,% | | | Iх, % | Габариты, м | | | Цена, тыс. руб. |
| ВН | СН | НН | Pх | Pк | ВН-СН | ВН-НН | СН-НН | длина | шири-на | высота |
| ТДТН- | 10 | 115 | 38,5 | 6,6 | 17 | 76 | 10,5 | 17,5 | 6,5 | 1 | 6,4 | 3,7 | 5,5 | 51 |
| 10000/110 |  |  | 11 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ТДТН- | 16 | 115 | 38,5 | 6,6 | 21 | 100 | 10,5 | 17,5 | 6,5 | 0,8 | 6,4 | 4,4 | 5,2 | 62 |
| 16000/110 |  |  |  | 11 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ТДТН-25000/110 | 25 | 115 | 38,5 | 6,6  11 | 28,5 | 140 | 10,5 | 17,5 | 6,5 | 0,7 | 6,6 | 4,8 | 6 | 72,3 |
| ТДТН-40000/110 | 40 | 115 | 38,5 | 6,6  11 | 39 | 200 | 10,5 | 17,5 | 6,5 | 0,6 | 6,8 | 4,8 | 6,4 | 94,4 |
| ТДТН-63000/110 | 63 | 115 | 38,5 | 6,6  11 | 53 | 290 | 10,5 | 18 | 7 | 0,55 | 7,2 | 5,3 | 6,7 | 126 |
| ТДТН(ТДЦТН)- 80000/110 | 80 | 115 | 38,5 | 6,6 | 64 | 365 | 11 | 18,5 | 7 | 0,5 | 8,5 | 4,9 | 7,1 | 137 |

Примечания:

1. Для трансформаторов с расщепленной обмоткой в графе Uксн-ннданы Uк нн1-нн2. Для этих трансформаторов

Uквн-нн и Uк нн1-нн2 отнесены к номинальной мощности трансформатора.

2. Для трехобмоточных трансформаторов Pк указаны на основном ответвлении для основной пары обмоток ВН-СН.

**Таблица П.1.2.Трансформаторы и автотрансформаторы с высшим напряжением 220-500 кВ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип трансформатора** | Sном, МВА | Напряжение обмотки, кВ | | | Потери, кВт | | | |
| ВН | СН | НН | Px | Pк | | |
| ВН-СН | ВН-НН | СН-НН |
| **Высшее напряжение 220 кВ** | | |  |  |  |  |  |  |
| ТДТН-25000/220 | 25 | 230 | 38,5 | 6,6; 11 | 45 | 130 | ..... | ..... |
| ТДТН-40000/220 | 40 | 230 | 38,5 | 6,6; 11 | 54 | 220 | ..... | ..... |
| ТДТН-40000/220-82У1 | 40 | 230 | 38,5 | 6,6; 11 | 48/55 | 220 | ..... | ..... |
| ТДТН-63000/220 | 63 | 230 | 38,5 | 6,6; 11 |  | ….. | ..... | ..... |
| ТДЦТН-63000/220-74Т1 | 63 | 230 | 36,3 | 6,6 | 74 | 320 | ..... | ..... |
| АТДЦТН-63000/220/110 | 63 | 230 | 121 | 6,6; 11; 38,5 | 37 | 200 | ..... | ..... |
| АТДЦТН-125000/220/110 | 125 | 230 | 121 | 6,3; 6,6; 10,5; 11; 38,5 | 65 | 315 | ..... | ..... |
| **Высшее напряжение 220 кВ** | | |  |  |  |  |  |  |
| АТДЦТН-200000/220/110 | 200 | 230 | 121 | 6,3; 6,6; 10,5; 11; 38,5 | 105 | 430 | ..... | ..... |
| АТДЦТН-250000/220/110 | 250 | 230 | 121 | 10,5; 11 38,5 | 120 | 500 | ..... | ..... |
| АТДЦТН-250000/220/110-75У1 | 250 | 230 | 121 | 11; 13,8; 15,75; 38,5 | 145 | 520 | ..... | ..... |
| **Высшее напряжение 330 кВ** | | |  |  |  |  |  |  |
| АТДЦТН-125000/330/110 | 125 | 330 | 115 | 6,3; 6,6; 10,5; 11; 38,5 | 100 | 345 | ..... | ..... |
| АТДЦТН-200000/330/110 | 200 | 330 | 115 | 6,3; 6,6; 10,5; 11; 38,5 | 155 | 560 | ..... | ..... |
| АТДЦТН-250000/330/150 | 250 | 330 | 115 | 10,5; 38,5 | 160 | 620 | ..... | ..... |
| АТДЦН-400000/330/150 | 400 | 330 | 158 | 10,5; 38,5 | 180 | 720 | ..... | ..... |
| АОДЦТН-133000/330/220 | 133 |  |  | 10,5; 38,5 | 50 | 250 | ..... | ..... |

**Продолжение табл. П.1.2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип трансформатора** | Sном, МВА | | Напряжение обмотки, кВ | | | Потери, кВт | | | |
| ВН | СН | НН | Px | Pк | | |
| ВН-СН | ВН-НН | СН-НН |
| **Высшее напряжение 500 кВ** | | | |  |  |  |  |  |  |
| АОРЦТ-135000/500/220-78У1\* | | 135 |  |  | 13,8-13,8 18-18 | 120 | 320 | ..... | ..... |
| АОРДЦТ-135000/500/220-78У1\* | | 135 |  |  | 13,8-13,8 18-18 | 150 | 360 | ..... | ..... |
| АТДЦТН-250000/500/110 | | 250 | 500 | 121 | 10,5; 38,5 | 200 | 690 | ..... | ..... |
| АТДЦН-500000/500/220 | | 500 | 500 | ..... | 230 | 220 | 1050 | ..... | ..... |
| АОДЦТН-167/500/330-76У1 | | 167 |  |  | 10,5; 38,5 | 61 | 300 | ..... | ..... |
| АОДЦТН-167000/500/220 | | 167 |  |  | 10,5; 11; 38,5; 13,8; 15,75; 20 | 90 | 315 | ..... | ..... |
| АОДЦТН-267000/500/220 | | 267 |  |  | 10,5; 13,8; 38,5; 15,75; 20 | 125 | 470 | ..... | ..... |

\* - Для автотрансформаторов с расщепленной обмоткой Uк нн1-нн2 = 50 %.

Примечания:

1. Для трансформаторов с расщепленной обмоткой в графе Uксн-ннданыUк нн1-нн2. Для этих трансформаторов Uквн-нн и Uк нн1-нн2 отнесены к номинальной мощности трансформатора.

2. Потери короткого замыкания и напряжения короткого замыкания для трехобмоточных трансформаторов указаны для основных ответвлений обмоток ВН-СН.

3. В графе «потери» для трансформатора ТДТН-40000/220-81У1 указаны потери Рх в зависимости от материала магнитопровода (А/Б).

**Продолжение табл. П.1.2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип трансформатора | Uк,% | | | Ix, % | Sнн,  МВА | Габариты, м | | | Цена, тыс. руб. |
| ВН-СН | ВН-НН | СН-НН | длина | ширина | высота |
| **Высшее напряжение 220 кВ** | | |  |  |  |  |  |  |  |
| ТДТН-25000/220 | 15 | 20 | 6,5 | 0,9 | ..... | 9,6 | 5,15 | 8,05 | 114,6 |
| ТДТН-40000/220 | 11 | 22 | 9,5 | 0,55 | ..... | 9 | 5,35 | 7,35 | 130 |
| ТДТН-40000/220-81У1 | 11 | 12,5 | 9,5 | 0,5 | ..... | 8,88 | 5,215 | 7,2 | ..... |
| ТДТН-63000/220 | 11 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| ТДЦТН-63000/220-74Т1 | ..... | 28,8 | 12,6 | 0,5 | ..... | 8,95 | 5,27 | 7,48 | ..... |
| АТДЦТН-63000/220/110 | 11 | 35 | 22 | 0,45 | 32 | 9,75 | 5,25 | 7,3 | 159 |
| АТДЦТН-125000/220/110 | ..... | 45 | 28 | 0,4 | 63 | 11,3 | 5,15 | 7,15 | 195 |
| АТДЦТН-200000/220/110 | 11 | 32 | 20 | 0,45 | 80; 100 | 12 | 5,3 | 7,8 | 270 |
| АТДЦТН-25000/220/110 | 11 | 32 | 20 | 0,4 | 125; 100 | 12,7 | 4,65 | 8,35 | 324 |
| АТДЦТН-250000/220/110-75У1 | 11 | 32 | 20 | 0,5 | 125; 100 | 14 | 7,76 | 8,34 | 324 |
| **Высшее напряжение 330 кВ** | | |  |  |  |  |  |  |  |
| АТДЦТН-125000/330/110 | 10 | 35 | 24 | 0,45 | 63 | 12,15 | 5,6 | 9,25 | 238,5 |
| АТДЦТН-200000/330/110 | 10,5 | 38 | 25 | 0,45 | 80 | 14 | 6 | 9,5 | 291 |
| АТДЦТН-250000/330/150 | 10,5 | 54 | 42 | 0,45 | 100 | 13,4 | 5,7 | 9,45 | ..... |
| АТДЦТН-400000/330/150 | ..... | 11 | ..... | 0,25 | 400 | 12,85 | 7,05 | 9,35 | ..... |
| АОДЦТН-133000/330/220 | 9 | 60 | 48 | 0,2 | 33 | 9,9 | 5,4 | 9 | ..... |

**Окончание табл. П.1.2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип трансформатора | Uк,% | | | Ix, % | Sнн,  МВА | Габариты, м | | | Цена, тыс. руб. |
| ВН-СН | ВН-НН | СН-НН | длина | ширина | высота |
| **Высшее напряжение 500 кВ** | | |  |  |  | |  |  |  |
| АОРЦТ-135000/500/220-78У1\* | 9,5 | 31 | 20 | 0,5 | 90 | 10,2 | 4,1 | 9,28 | ..... |
| 9,5 | 31 | 20 | 0,5 | 80 | 10,2 | 4,1 | 9,28 | ..... |
| АОРДЦТ-135000/500/220-78У1\* | 9,5 | 31 | 20 | 0,5 | 90 | 10,2 | 5,26 | 9,28 | ..... |
| 9,5 | 31 | 20 | 0,5 | 80 | 10,2 | 5,26 | 9,28 | ..... |
| АТДЦТН-250000/500/110 | 13 | 33 | 18,5 | 0,4 | 100 | 12,95 | 6,35 | 9,85 | 375,5 |
| АТДЦН-500000/500/220 | ..... | 12 | ..... | 0,3 | 500 | 14,65 | 6,25 | 9,95 | ..... |
| АОДЦТН-167000/500/330-76У1 | 9,5 | 67 | 61 | 0,2 | 33 | 10,05 | 5,65 | 10,05 | 202 |
| АОДЦТН-167000/500/220 | 11 | 35 | 21,5 | 0,25 | 50 | 8,8 | 5,35 | 9,8 | 206 |
| 11 | 35 | 21,5 | 0,25 | 67 | 8,8 | 5,35 | 9,8 | 206 |
| 11 | 35 | 21,5 | 0,25 | 83 | 8,8 | 5,35 | 9,8 | 206 |
| АОДЦТН-267000/500/220 | 11,5 | 37 | 23 | 0,25 | 67 | 10,5 | 4,95 | 9,85 | 292 |
| 11,5 | 37 | 23 | 0,25 | 83 | 10,5 | 4,95 | 9,85 | 292 |
| АОДЦТН-267000/500/220 | 11,5 | 37 | 23 | 0,25 | 120 | 10,05 | 4,95 | 9,85 | 292 |

\* - Для автотрансформаторов с расщепленной обмоткой Uк нн1-нн2 = 50 %.

1. **Список рекомендуемой литературы**
   1. ГОСТ 2.105-95. Общие требования к текстовым документам.
   2. Быстрицкий Г.Ф. Основы энергетики: учебник / Г.Ф. Быстрицкий. – 3-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2012. – 352с.ISBN 978-5-16-002223-9.
   3. Кацман М.М. Электрические машины: учебник для студ. оброзоват. учр. сред. проф. образования / - 7-е изд., стер.-М.:Издательский центр «Академия», 2007. -496с.ISBN 978-5-7695-4005-9
   4. Корнеева Л.К. Электрооборудование электрических сетей и подстанций (Практикум для студентов сред.проф. образования) – М.: Издательский центр «Академия», 2006, 124с..ISBN 5-93901-002-4.
   5. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: Учебник для сред. Проф. Образования/ Л.Д. Рожкова, Л.К.Корнеева, - М.: Издательский центр «Академия», 2004, -448с..ISBN 5-7695-2328-Х.
   6. Рожкова Л.Д. , Козулин В.С. Электрооборудование электрических сетей и подстанций. Учебник для техникумов. – 3-е изд. Перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987, -648с.
   7. Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и ceтей промышленных предприятий: Учеб.для нач. проф. образования: Учеб.пособие для сред. проф. образования / Ю.Д.Сибикин, М.Ю.Сибикин. ¬ М.: Издательский центр «Академия», 2004, - 432 с. .ISBN 5-94231-010-6.
   8. Электронный справочник: В 4 т. Т. 1. Общие вопросы. Электротехнические материалы/ Под общ.ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. – 8-е изд., испр. и доп. – М.,: Издательство МЭИ, 1995. – 440 с.: ил. ISBN 5-7046-0099-9, ISBN 5-7046-0100-6. (Т.1).
   9. Электронный справочник: В4 т. Т.2. Электротехнические изделия и устройства / Под общ.ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. – 9-е изд., испр. и доп. – М.,: Издательство МЭИ, 2003. – 518 с.: ил. ISBN 5-7046-0986-4, ISBN 5-7046-0984-8. (Т.2).
   10. Электронный справочник: В 4 т. Т.3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общ.ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. – 8-е изд., испр. и доп. – М.,: Издательство МЭИ, 2002. – 964с.: ил. ISBN 5-7046-0099-9, ISBN 5-7046-0750-0. (Т.3).
   11. Электронный справочник: В 4 т. Т.4. Использование электрической энергии / Под общ.ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. – 8-е изд., испр. и доп. – М.,: Издательство МЭИ, 2002. – 696 с.: ил. ISBN 5-7046-0099-9, ISBN 5-7046-0751-9. (Т.4).
   12. <http://belenergo.pro/>. Профессиональный сайт ООО Научно-производственное обьединение . Завод энергооборудования. : - режим доступа.
   13. <http://lib.rosenergoservis.ru/>. Электронная библиотека по энергетике. Росэнергосервис. : - режим доступа.
   14. <http://leg.co.ua/>. Электронный каталог по электрооборудованию. Электрические сети. : - режим доступа.