# Введение

В данной курсовой работе для автотрансформатора производится расчет дифференциальной защиты автотрансформатора и максимальной токовой защиты от перегрузки автотрансформатора.

Согласно ПУЭ для автотрансформаторов должны быть предусмотрены устройства релейной защиты от следующих видов повреждений и ненормальных режимов работы:

1) многофазных замыканий в обмотках и на выводах;

2) однофазных замыканий на землю в обмотке и на выводах, присоединенных к сети с глухозаземленной нейтралью;

3) витковых замыканий в обмотках;

4) токов в обмотках, обусловленных внешними КЗ;

5) токов в обмотках, обусловленных перегрузкой;

6) понижения уровня масла;

7) частичного пробоя изоляции вводов 500 кВ;

8) однофазных замыканий на землю в сетях 3-10 кВ с изолированной нейтралью, если автотрансформатор питает сеть, в которой отключение однофазных замыканий на землю необходимо по требованиям безопасности.

Рекомендуется, кроме того, применение защиты от однофазных замыканий на землю на стороне 6-35 кВ автотрансформаторов с высшим напряжением 220 кВ и выше.

Для защиты от повреждений внутри кожуха автотрансформатора, сопровождающихся выделением газа, и от понижения уровня масла предусматривается газовая защита.

Для защиты от повреждений на выводах автотрансформатора, а также от внутренних повреждений предусматривается продольная дифференциальная защита без выдержки времени или максимальная токовая отсечка без выдержки времени.

Для защиты от токов, обусловленных внешними короткими замыканиями, предусматриваются максимальные токовые защиты с выдержкой времени.

Для защиты от токов в обмотках, обусловленных перегрузкой, если она возможна, предусматривается максимальная токовая защита с выдержкой времени, устанавливаемая в одной из фаз. На рисунке 1 приведена принципиальная схема рассматриваемого объекта.



Рис.1 Принципиальная схема сети

# Выбор оборудования, расчет параметров оборудования, расчет токов короткого замыкания

Результаты указанных расчетов используем из предыдущего курсового задания для 4 трёхфазных автотрансформатора АТДЦТН-125000/330/110, работающих параллельно, с параметрами:

Sном = 4∙125 = 500 МВА ( > 428 МВА)

UВН = 330 кВ

UСН = 110 кВ

uкв-с = 10,5%

Расчетная схема электрических соединений электростанции приведена на рис.2.

Результаты расчета периодических составляющих токов трехфазного КЗ приведены в табл.1.

Таблица 1. Результаты расчета периодических составляющих токов трехфазного КЗ в начальный момент времени I(3)по

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Составляющие | от генератора | от двигателей | от системы | суммарная |
| Точка | Iпо(г), кА | Iпо(д), кА | Iпо(с), кА | Iпо, кА |
| К1 | 9,816 | – | 9,397 | 19,212 |
| К2 | 13,41 | – | 30,21 | 43,62 |
|  |  |  |  |  |



Рис.2 Расчетная схема замещения электрических соединений электростанции

# Выбор основной защиты трансформатора

В соответствии с ПУЭ и руководящими указаниями по релейной защите автотрансформаторов, в качестве основной защиты трансформатора выбирается продольная дифференциальная защита, исполняемая на полупроводниковом дифференциальном реле ДЗТ-21.

В схемах для автотрансформаторов принято соединение трансформаторов тока дифференциальной защиты в треугольник на сторонах высшего и среднего напряжений и в звезду на стороне низшего напряжения.

Принятое для дифференциальной защиты исполнение с тремя реле обеспечивает повышение чувствительности к замыканиям между двумя фазами на сторонах обмоток с соединением в звезду в режиме с отсутствием питания (или с малым питанием) с этой стороны.

Для отстройки защиты от бросков тока намагничивания в реле ДЗТ-21 используется время – импульсный принцип блокирования защиты в сочетании с торможением от второй гармоники дифференциального тока. Благодаря этому сочетанию обеспечивается высокая чувствительность (Iс.з.min=0.3 Iном) и быстродействие защиты.

Аналогично дифференциальным защитам с торможением на электромагнитных реле (например, типа ДЗТ-11) для отстройки от установившихся, а также переходных токов небаланса используется «процентное» торможение от токов плеч защит.

Тормозная характеристика реле ДЗТ-21 состоит из двух участков: горизонтального и наклонного. Наличие горизонтального участка характеристики повышает чувствительность защиты при к.з. в зоне с переходным сопротивлением в месте повреждения, т.к. в этом случае защита имеет ток срабатывания, соответствующий отсутствию торможения.

Схема входных цепей защиты обеспечивает выравнивание токов плеч дифференциальной цепи в диапазонах от 2,5 до 5 А с помощью ответвления от первичной обмотки трансформатора ТР. Для расширения диапазона выравнивания используются автотрансформаторы АТ-31 (диапазон токов 0,34 – 2,5 А) и АТ-32 (5 – 33 А).

В схеме защиты автотрансформатора предусмотрено автоматическое ускорение защит при включении выключателей сторон среднего и низшего напряжений. Автоматическое ускорение выполнено с выдержкой времени (примерно 0,5 с) для отстройки от броска пускового тока двигателей.

Таблица 1. Выбор основной защиты автотрансформатора.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование величины | Обозначение и метод вычисления | | | | Значение | | | | | | |
| на стороне НН 10,5 кВ | | | на стороне СН 110 кВ | | | на стороне ВН 330 кВ |
| Определение номинальных токов ТТ |  | | | |  | | |  | | |  |
| Выбор ТТ |  | | | | ТВ-10-IV | | | ТФЗМ 110-Б1 | | | ТФУМ 330А |
| Группа соединений ТТ |  | | | | Y | | | Δ | | | Δ |
| Номинальные вторичные токи |  | | | |  | | |  | | |  |
| Для плеча 110 кВ применяем выравнивающий автотрансформатор АТ-32УЗ, ответвления 1-8 (): | | | | | | | | | | | |
| Ответвления ТР и токи срабатывания | Для плеча 110 кВ , значит, выбираем ответвление ТР №1 | | | | | | | | | | |
|  | | | |  | | |  | | |  |
|  | | | | Выбираем ответвление ТР №3 | | | Выбираем ответвление ТР №1 | | | Выбираем ответвление ТР №5 |
| Минимальный ток срабатывания |  | | | |  | | |  | | |  |
| Ток принимаем как уставку защиты (сопротивление R13) | | | | | | | | | | |
| Расчет цепи торможения | | | | | | | | | | | |
| Выбор ответвления ТТ цепи торможения |  | | | |  | | |  | | |  |
| Выбираем ответвление ТР №1 | | | | | | Выбираем ответвление ТР №2 |
| Для реально осуществимого максимального режима, когда Г работает с номинальной нагрузкой, а ток со стороны ВН равен номинальному току АТ, ток со стороны СН соответствует разности проходной мощности АТ и полной мощности Г. | | | | | | | | | | | |
| Первичный ток начала торможения |  | | | |  | | |  | | |  |
| Ток нагрузки, приведенный ко вторичной обмотке с учетом |  | | | |  | | |  | | |  |
| Первичный тормозной ток, соответствующий началу торможения в о.е. |  | | | | | | | | | | |
| Ток начала торможения в долях номинального тока АТ |  | | | |  | | | | | | |
| Для реально осуществимого максимального режима, когда Г работает с номинальной нагрузкой, ток со стороны СН равен номинальному току АТ, ток со стороны ВН соответствует разности проходной мощности АТ и полной мощности Г. | | | | | | | | | | | |
| Первичный ток начала торможения | |  | |  | | |  | | |  | |
| Ток нагрузки, приведенный ко вторичной обмотке с учетом | |  | |  | | |  | | |  | |
| Первичный тормозной ток, соответствующий началу торможения в о.е. | |  | | | | | | | | | |
| Ток начала торможения в долях номинального тока АТ | |  | | |  | | | | | | |
| Выбор уставок коэффициента торможения | | | | | | | | | | | |
| Ток небаланса начала торможения |  | |  | | |  | | |  | | |
|  | |  | | |  | | |  | | |
|  | |  | | |  | | |  | | |
|  | |  | | |  | | |  | | |
| о.е. |  | |  | | |  | | |  | | |
| Ток небаланса при внешнем КЗ |  | | - | | |  | | |  | | |
|  | | - | | |  | | |  | | |
|  | | - | | |  | | |  | | |
|  | | - | | |  | | |  | | |
| о.е. |  | |  | | |  | | |  | | |
| За расчетный принимаем | | | | | | | | | | | |
| Рабочий ток |  | |  | | |  | | |  | | |
| Ток тормозной обмотки |  | |  | | |  | | |  | | |
| Коэффициент торможения |  | |  | | | | | | | | |
| Коэффициент чувствительности |  | |  | | | | | | | | |
| Требование ПУЭ при КЗ на выводах трансформатора выполняется | | | | | | | | | | | |

# Максимальная токовая защита автотрансформатора от перегрузки

В качестве защиты автотрансформатора от перегрузки рассматривается максимальная токовая одноступенчатая защита на базе максимального токового реле. В схеме с односторонним питанием автотрансформатора защита от перегрузки устанавливается со сторон высшего и низшего напряжений. Для защиты всех трех сторон трансформатора от перегрузки предусматривается одно общее реле времени.

Ток срабатывания реле:

на стороне НН 10,5 кВ:

на стороне ВН 330 кВ:

# Заключение

В данном курсовом проекте произведены расчеты токов короткого замыкания в рассматриваемой схеме с использованием метода симметричных составляющих; произведен выбор и расчеты основной защиты трансформатора на базе дифференциального реле ДЗТ-21 и максимальной токовой защиты трансформатора от перегрузок на базе максимального токового реле РТ-40. В приложениях представлены релейные схемы используемых видов защит, а также схемы принципиальные схемы защит трехобмоточного трансформатора.

# Использованная литература

1. О.Н. Алексеева, Ю.М. Шаргин. Расчёт токов и напряжений при коротких замыканиях. Методические указания к курсовой работе. Ленинград.1986г.
2. Н.В. Чернобровов. Релейная защита. Москва. 1974 г.
3. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. 1989 г.
4. Руководящие указания по релейной защите понижающих трансформаторов и автотрансформаторов, вып. 13А, 13Б. Энергоатомиздат, 1985.
5. Правила устройства электроустановок. 2006 г.