**Задача 6**

Выполнить расчет режима электрической сети по мощности нагрузки и обеспечить на шинах НН подстанции значение напряжения не ниже желаемого с использованием регулирования коэффициента трансформации трансформаторов (выбора отпаек РПН). Если диапазона отпаек РПН окажется недостаточно, определить мощность дополнительного компенсирующего устройства, подключенного к сети в узле нагрузки, для обеспечения желаемого напряжения.

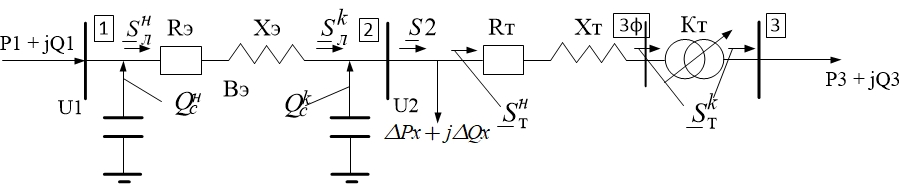


Схема электрической сети

Исходные данные:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Л-1, Л-2  АС-240/32  *r*o = 0,12 Ом/км  *х*о = 0,44 Ом/км  *b*o = 2,6\*10-6 См/км  *L* = 100 км  Uном1 = 220 кВ | Т-1, Т-2  Sном = 80 МВА  UВ ном = 230 кВ  UН ном = 11 кВ  Rт = 1,9 Ом, Хт =63,5 Ом  ΔРх = 115 кВт,  ΔQх =700 кВАр  РПН: ± 9х1,78% | U1 = 228 кВ,  Р3 = 100 МВт,  Q3 = 60 МВАр,  Uном2 = 10 кВ  Uжел = 10,5 кВ |

Расчетная схема замещения



**При решении Задачи 6 руководствоваться методическими указаниями ЛЕКЦИЙ 10, 11.**

**Этап 1** "Режим мощностей" включает расчет только мощностей протекающих по сети. Расчет выполняется от конца схемы (узел 3) к ее началу (узел 1) при предварительном введении допущения о том, что напряжения во всех узлах сети (кроме узла питания) принимают значение номинального напряжения.

В нашем случае сети, содержащей участки разных номинальных напряжений, указанное допущение будет выглядеть так:

U3 = Uном2, U2 = U3ф = Uном1.

Обратите внимание, на схеме замещения показан "фиктивный" узел (3ф), который ограничивает область сети высокого напряжения. Все параметры схемы замещения сети между узлом 1 и узлом 3ф приведены к номинальному напряжению Uном1.

Между узлами 3ф и 3 находится коэффициент трансформации Кт, который характеризует преобразование (понижение) напряжения.

На схеме замещения также произведена нумерация узлов и обозначены все необходимые для определения потоки мощности на участках сети.

Расчет режима мощностей выполняется в следующей последовательности:

1. Рассчитываются потери мощности в эквивалентном трансформаторе:

Обратите внимание, что до и перед Кт поток мощности один и тот же . Это объясняется тем, что Кт не создает потерь мощности (представляет собой "идеальный трансформатор"). Кроме этого, мы вошли в область Uном1 и используем его в расчетах.

2. Определяем поток мощности

.

3. Определяем поток мощности

.

4. В узле 2 по уравнению 1-го закона Кирхгоффа рассчитывается мощность

,

где

5. По мощности рассчитываются потери мощности в эквивалентной ЛЭП (Л-1, Л-2)

6. Определяем поток мощности в начале высоковольтной ЛЭП

.

7. Определяем часть зарядной мощности в узле 1:

Напряжение в узле питания 1 задано исходно в условии задачи.

8. Рассчитывается мощность узла питания, втекающая в сеть:

,

**Этап 2** "Режим напряжений" включает только определение действительных значений напряжений в узлах 2, 3ф и 3, то есть там, где они до сих пор принимали приближенные значения равные номинальным Uном1 и Uном2 (смотри допущение в 1 этапе расчета). Расчет выполняется от начала схемы замещения (узел 1), где теперь известны и мощности и напряжение, к ее концу.

Последовательность расчетов 2-го этапа:

1. На участке 1 – 2 схемы замещения определяем продольную и поперечную составляющие падения напряжения в сопротивлениях эквивалентной ЛЭП (Л-1, Л-2)

2. Определяем напряжение в конце ЛЭП (узел 2), используя известные соотношения

.

3. Определяем падения напряжения на участке 2 – 3ф схемы замещения. Это сопротивления эквивалентного трансформатора. Используем поток мощности в начале ветви с сопротивлениями , и напряжение в узле 2:

4. Определяем напряжение в узле нагрузки, приведенное к ступени высокого напряжения эквивалентного трансформатора (узел 3ф):

.

5. Рассчитывается действительное напряжение на шинах низкого напряжения подстанции (узел 3). Переход через Кт выполняем следующим образом

,

где – номинальное значение коэффициента трансформации эквивалентного трансформатора, определяемое с использованием паспортных данных как .

Если полученное действительное значение , то необходимо регулирование коэффициента трансформации эквивалентного трансформатора для обеспечения примерного равенства, как требует условие задачи.

В общем случае с учетом напряжения отпаек РПН в обмотке ВН () коэффициент трансформации вычисляется по формуле:

.

Тогда действительное значение напряжения в узле нагрузки получится

или **.**

6. **Выделенное** выражение является ключевым. Оно позволяет определить расчетное (приближенное) значение напряжения отпайки РПН, которая обеспечит равенство , которое требуется обеспечить по условию задачи. Это расчетное отпаечное напряжение равно:

7. Полученное расчетное значение напряжения отпайки обмотки ВН **необходимо сопоставить** со стандартным напряжением отпайки. Для этого рассчитывается шаг отпайки в кВ и составляется шкала стандартных отпаек (смотри ЛЕКЦИЮ 10, 11). Рассмотрим составление стандартной шкалы отпаек для трансформатора с . Определим шаг регулирования отпайки в кВ с помощью простой пропорции:

230 кВ соответствует 100%

Х (шаг отпайки) соответствует 1,78%,

тогда шаг отпайки будет равен

Шкала стандартных отпаек

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **-9** | **-8** | **-7** | **-6** | **-5** | **-4** | **-3** | **-2** | **-1** | **0** | **+1** |
| 193,1 | 197,2 | 201,3 | 205,4 | 209,5 | 213,6 | 217,7 | 221,8 | 225,9 | 230 | 234,1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **+2** | **+3** | **+4** | **+5** | **+6** | **+7** | **+8** | **+9** |
| 238,2 | 242,3 | 246,4 | 250,5 | 254,6 | 258,7 | 262,8 | 266,9 |

В результате выбирается отпайка с конкретным номером, стандартное напряжение которой . После этого необходимо сделать проверку действительного напряжения в узле 3

**Это и будет решением задачи.**

Если при выполнении п.7 в шкале стандартных отпаек окажется недостаточно для выполнения условия , потребуется прибегнуть к установке дополнительного устройства компенсации реактивной мощности, мощность которого нужно рассчитать.

8. Расчет мощности дополнительного компенсирующего устройства в узле 3 производится по формуле:

где: - значение напряжения крайней регулировочной отпайки РПН, которая фиксируется в случае недостатка диапазона регулирования;

– суммарное индуктивное сопротивление между узлом питания сети (узел 1) и узлом подключения КУ (узел 3), приведенное к ступени НН подстанции в Омах

– квадрат коэффициента трансформации эквивалентного трансформатора при – 9 отпайке в обмотке ВН.