1. Рассчитайте верхнюю и нижнюю границы диапазона отклонений напряжения в точке передаче электроэнергии ТПЭ-2 в режимах наибольшей (НБ) и наименьшей (НМ) нагрузок.

2. Определите границы изменения напряжения на подстанции ПС 110/10 кВ (в точке ТПЭ-2), позволяющие выполнить требования ГОСТ 32144-2013 в точке передачи ТПЭ-1.

3. Проверьте, входит ли фактически поддерживаемый режим напряжения на подстанции ПС 110/10 кВ (в ТПЭ-2) в границы требуемого диапазона регулирования напряжения.

4. Сделайте вывод о необходимости коррекции регулировочных ответвлений сетевого трансформатора на ТП 10/0,4 кВ или закона регулирования напряжения на ПС 110/10 кВ (в ТПЭ-2) для обеспечения требований ГОСТ 32144-2013 в точке передачи электроэнергии ТПЭ-1.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Потери напряжения на участках сети в режиме наибольшей нагрузки | Добавочная ЭДС трансформатора*ЕТ, %* | Коэффициент нагрузки сети *β* | Диапазон регулирования напряжения на ПС 110/10 кВ |
| *ΔUIнн, %* | *ΔUIТР, %* | *ΔUIсн, %* |
|  | 6 | 3 | 8 | 5 | 0,75 | 10 кВ – 11 кВ |

Определите границы диапазона отклонений напряжения в точке передачи электроэнергии ТПЭ-2, при которых обеспечиваются в режиме наибольшей (НБ) и наименьшей (НМ) нагрузки стандартные отклонения напряжения *δU(+)* = 10 % и *δU(–)* = 10 % в точке передачи электроэнергии ТПЭ-1 (рис. 1).

***РУ 110кВ***

***ПС 110/10кВ***

***ФСК ЕЭС***



*ПС* – подстанция, *РУ* – распределительное устройство, *ВЛ* – воздушная линия, *КЛ* – кабельная линия,
*ВРУ* – вводно-распределительное устройство

***РУ 0,4кВ***

***220кВ***

***35кВ***

***ТП 10/0,4кВ***

***ТПЭ-1***

***КЛ3***

***КЛ2***

***КЛ1***

***ВЛ***

***ВРУ 0,4кВ***

***РУ 10кВ***

***РУ 10кВ***

***МРСК***

***УК***

***ТСО***

***ТПЭ-2***

***ТПЭ-3***

Рис. 1. Точки передачи электрической энергии в региональной электрической сети

Рисунок 1 представляет собой принципиальную схему региональной системы электроснабжения. Управляющая компании (УК) является собственником сети низкого напряжения (НН) классом *Unom* = 0,4 кВ. Территориальная сетевая организация (ТСО) владеет сетью среднего напряжения (СН) *Unom* = 10 кВ. В ведении Межрегиональной распределительной сетевой компании (МРСК) находится сеть высокого напряжения (ВН) с *Unom* = 110 кВ. Федеральной сетевой компании единой энергетической системы (ФСК ЕЭС) принадлежит магистральная сеть классом напряжения *Unom* = 220 кВ. Места балансового разграничения электрооборудования представляют собой точки передачи электрической энергии, обозначенные на схеме как ТПЭ-1, ТПЭ-2 и ТПЭ-3.

**Пример выполнения задания**

**Исходные данные.** Требуется определить границы диапазона отклонений напряжения в точке передачи электроэнергии ТПЭ-2 для сети (рис. 1) со следующими параметрами: *ΔUIнн =* 4 %, *ΔUIТР* = 2 %, *ΔUIсн* = 6 %, *ЕТ* = 5 %, *β* = 0,75. Диапазон регулирования напряжения на ПС 110/10 кВ: от 10 до 10,5 кВ.

**Выполнение задания.** Определим верхнюю границу отклонения напряжения в точке ТПЭ-2 в режиме наибольшей нагрузки в соответствии с выражением (1):

 = 10 % + 4 % + 2 % + 6 % − 5 % = 17 %.

Верхнюю границу отклонения напряжения в точке ТПЭ-2 в режиме наименьшей нагрузки найдем по формуле (3):

 = 10 % + 4 ⋅ 0,75 % + 2 ⋅ 0,75 % + 6 ⋅ 0,75 % − 5 % = 14 %.

Нижняя граница отклонения напряжения в точке ТПЭ-2 в режиме наибольшей нагрузки по формуле (4):

= −10 % + 4 % + 2 % + 6 % − 5 % = −3 %.

Нижняя граница отклонения напряжения в точке ТПЭ-2 в режиме наименьшей нагрузки по формуле (5):

=

= − 10 % + 4 ⋅ 0,75 % + 2 ⋅ 0,75 % + 6 ⋅ 0,75 % − 5 % = − 6 %.

Определим диапазон изменения напряжения в ТПЭ-2, при котором положительное *δU(+)* и отрицательное *δU(–)* отклонения напряжения в ТПЭ-1 будут соответствовать предельно допустимым значениям.

При наибольшей нагрузке максимально допустимое напряжение в ТПЭ-2 составляет:

= = 10 ⋅ 0,17 + 10 = 11,7 кВ.

В режиме наименьшей нагрузки напряжение в ТПЭ-2 должно быть не выше:

= = 10 ⋅ 0,14 + 10 = 11,4 кВ.

Нижняя граница напряжения в ТПЭ-2, допустимая для режима наибольшей нагрузки, составляет:

= = 10 ⋅ (−0,03) + 10 = 9,7 кВ.

При наименьшей нагрузке напряжение в ТПЭ-2 должно быть не ниже следующего значения:

= = 10 ⋅ (−0,06) + 10 = 9,4 кВ.

**Выводы.** В сети с рассматриваемыми параметрами для обеспечения регламентированных отклонений напряжения в 10 % в точке передачи электроэнергии ТПЭ-1 допускается поддержание напряжение в ТПЭ-2 в пределах от 9,4 кВ до 11,7 кВ. Фактический поддерживаемый диапазон напряжений от 10 до 10,5 кВ входит в заданный интервал. Это гарантирует выполнение требований ГОСТ 32144-2013 в точке передачи электроэнергии ТПЭ-1. Следовательно, коррекция регулировочных ответвлений сетевого трансформатора (изменение *ЕТ*) или закона регулирования напряжения на ПС 110/10 кВ не требуется.