

## 63-64 Лабораторная работа №6 Исследование параллельной работы трёхфазных двухобмоточных трансформаторов

**Цель работы:** Изучить параллельную работу трансформаторов, условия для их правильного включения

### Краткие сведения из теории

**Параллельная работа трансформаторов.** На практике трансформаторы могут включаться на параллельную работу, что позволяет:

- решить проблему резервирования электроснабжения потребителей;
- отключить часть трансформаторов при уменьшении нагрузки;
- упростить организацию профилактического ремонта и пр.

Для включения трансформаторов на параллельную работу необходимо выполнение следующих условий:

- а) равенство коэффициентов трансформации,  $k_1 = k_2$ ;
- б) равенство напряжений короткого замыкания,  $u_{к1} = u_{к2}$ ;
- в) равенство групп соединения трансформаторов.

Рекомендуется, чтобы отношение номинальных мощностей трансформаторов, включаемых на параллельную работу, не превышало 3:1.

Включение в сеть трансформаторов следует производить только при согласованном порядке чередования фаз.

Рассмотрим, к чему приводит невыполнение каждого из условий:

1. Пусть  $k_1 \neq k_2$ , а именно  $k_1 < k_2$ , при прочих равных условиях. Тогда ЭДС вторичной обмотки первого трансформатора в режиме холостого хода будет больше аналогичной ЭДС второго трансформатора, т.е. между параллельно включенными трансформаторами возникает разность потенциалов  $\Delta U$ . Под действием этой разности в замкнутом контуре, образованном вторичными обмотками, начинает протекать уравнивающий ток.

Уравнивающий ток изменяет значение тока, формируемого нагрузкой в обмотках трансформатора. В одном трансформаторе ток обмоток уменьшается, а в другом он возрастает. Возникает

неравномерная нагрузка трансформаторов, сопровождающаяся увеличением потерь, а, следовательно, и перегревом, в перегруженном трансформаторе. При этом всегда будет нагружен больше тот трансформатор (нагружен больше как по вторичной, так и по первичной цепи), у которого коэффициент трансформации меньше. Наличие уравнивающего тока за счёт разных падений напряжений на обмотках приводит к выравниванию выходных напряжений трансформаторов, несмотря на различие их ЭДС

На практике допускается параллельная работа трансформаторов, имеющих различие в коэффициентах трансформации не более 0,5 %,

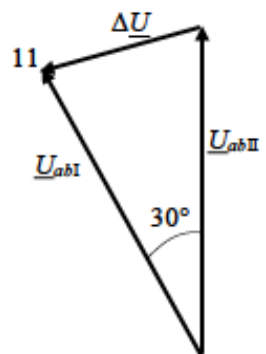
2. При неравенстве напряжений короткого замыкания будет иметь место также неравенство сопротивлений короткого замыкания.

Пренебрегая различием в фазе токов, которое зависит от активных и реактивных сопротивлений короткого замыкания и обычно невелико, получим, что токи нагрузки параллельно включенных трансформаторов обратно пропорциональны их сопротивлениям короткого замыкания.

На практике допускается разница в напряжениях короткого замыкания для параллельно работающих трансформаторов не более чем на  $\pm 10\%$  от их среднеарифметического значения.

3. Если трансформаторы принадлежат к разным группам соединения обмоток, то параллельная работа их вообще невозможна, так как между обмотками трансформаторов появляется разность потенциалов, вызывающая очень большие уравнивающие токи.

Например, при включении на параллельную работу трансформаторов 11-й и 0-й группы вторичные напряжения сдвинуты на  $30^\circ$  и между обмотками трансформаторов возникает разность потенциалов  $\Delta U$ , под действием которой будет протекать уравнивающий ток, в несколько раз превышающий номинальный.



В реальности наиболее распространена практическая проверка правильности включения трансформаторов на параллельную работу.

Соединяют пару одноименных выводов трансформатора, подают напряжение на первичные обмотки и проверяют вольтметром наличие напряжения между другими одноименными выводами. Если напряжения нет – соединение правильное.

### **Содержание отчёта**

- 1 Наименование и цель работы
- 2 Перечисление условий правильного включения на параллельную работу
- 3 Векторная диаграмма напряжений при включении на параллельную работу трансформаторов 11-й и 0-й группы
- 4 Ответы на контрольные вопросы

### **Контрольные вопросы**

- 1 Для чего включают трансформаторы на параллельную работу?
- 2 Какое рекомендуется отношение номинальных мощностей трансформаторов, включаемых на параллельную работу?
- 3 Почему включение в сеть трансформаторов следует производить только при согласованном порядке чередования фаз?
- 4 Что будет если не соблюдается равенство коэффициентов трансформации?
- 5 Какое действие оказывает уравнительный ток?
- 6 Какое допускается различие в коэффициентах трансформации?
- 7 Что будет, если не соблюдается равенство напряжений короткого замыкания?
- 8 Какая допускается разница в напряжениях короткого замыкания для параллельно работающих трансформаторов?
- 9 Что будет, если трансформаторы принадлежат к разным группам соединения обмоток?
- 10 На сколько градусов сдвинуты вторичные напряжения трансформаторов 11-й и 0-й группы?