

## Лабораторная работа №2

### ТЕМА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ТРАНСФОРМАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

#### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение устройства и принципа действия измерительных трансформаторов напряжения.

#### ВВЕДЕНИЕ

Лабораторная работа проводится в рамках изучения дисциплины «Электроэнергетические системы и сети», относящейся к базовому циклу профессиональных дисциплин профиля подготовки «Электроэнергетические системы и сети» направления подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника».

В результате выполнения лабораторной работы у студентов формируются следующие компетенции и их составляющие:

- способностью контролировать режимы работы оборудования объектов электроэнергетики (ПК-24);
- готовностью к проверке технического состояния и остаточного ресурса оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта (ПК-48);

#### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Напряжение подводится к измерительным органам от первичных измерительных преобразователей напряжения. Они, как и первичные измерительные преобразователи тока, обеспечивают изоляцию цепей напряжения измерительных органов от высокого напряжения и позволяют, независимо от номинального первичного напряжения, получить стандартное значение номинального вторичного напряжения  $U_{2ном} = 100$  В. Одними из самых распространенных первичных преобразователей напряжения являются измерительные трансформаторы напряжения TV.

Особенностью измерительного трансформатора напряжения является режим холостого хода (близкий к холостому ходу) его вторичной цепи (рис. 2.1):

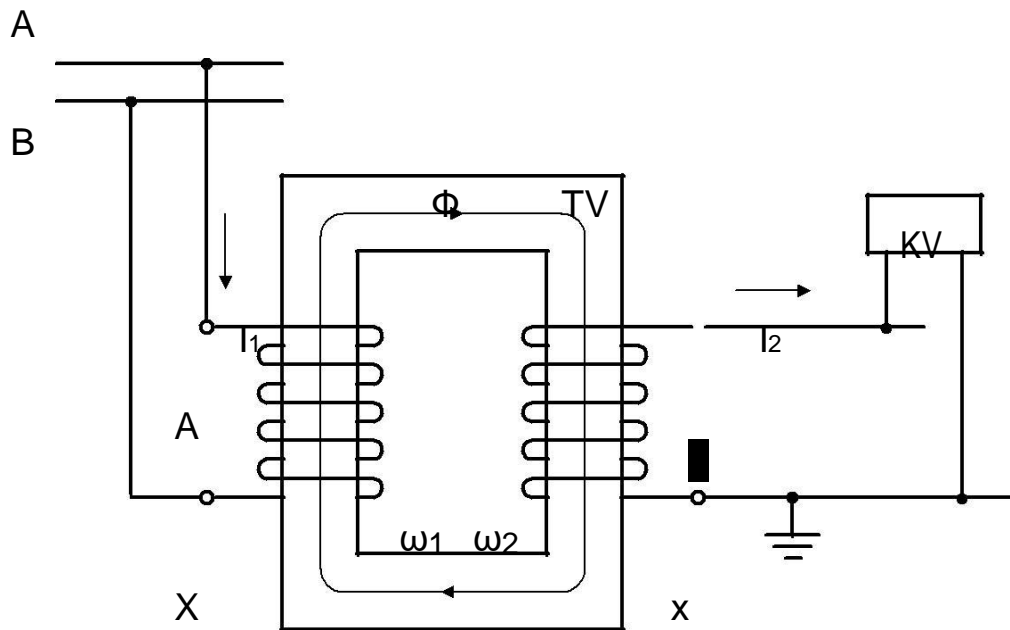


Рис. 2.1. Однофазный измерительный трансформатор напряжения

Первичная обмотка трансформатора TV с числом витков  $\omega_1$  включается на напряжение сети  $U_1$ . Под действием напряжения по обмотке  $\omega_1$  проходит ток намагничивания  $I_{\text{нам}}$ , создающий в магнитопроводе магнитный поток  $\Phi$ . Магнитный поток, в свою очередь, наводит в первичной  $\omega_1$  и вторичной  $\omega_2$

обмотках ЭДС с действующими значениями соответственно  $E_1 = 4,44f \omega_1 \Phi$ ,  $E_2 = 4,44f \omega_2 \Phi$ . Отсюда

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad (2.1)$$

Отношение  $\omega_1/\omega_2$  называется коэффициентом трансформации и обозначается  $K_u$ . В режиме холостого хода  $I_2 = 0$ , а ток в первичной обмотке  $I_1 = I_{\text{нам}}$ . При этом  $U_2 = E_2$  и напряжение  $U_1$  незначительно отличается от

ЭДС  $E_1$ . Поэтому

$$K = \frac{\omega_1 U_1}{\omega_2 U_2} = \frac{U_1}{U_2} \quad (2.2)$$

Работа трансформатора с нагрузкой  $Z_H$  (в виде, например, реле напряжения KV) сопровождается прохождением тока  $I_2$  и увеличением (по сравнению с холостым ходом) тока  $I_1'$  (рис. 2.2). Эти токи создают падение напряжения  $\Delta U$  в первичной и вторичной обмотках, вследствие чего  $U_2 = U_1' - \Delta U$ . Вторичное напряжение  $U_2$  отличается от приведенного первичного  $U_1'$  по значению на  $\Delta U$  и по фазе на угол  $\delta$ . Поэтому трансформатор имеет две погрешности; погрешность напряжения

$$f = \left[ \frac{K U_1 - U_2}{U_2} \right] 100 \quad (2.3)$$

угловую погрешность, которая определяется углом  $\delta$  между векторами напряжений  $U_1'$  и  $U_2$ .

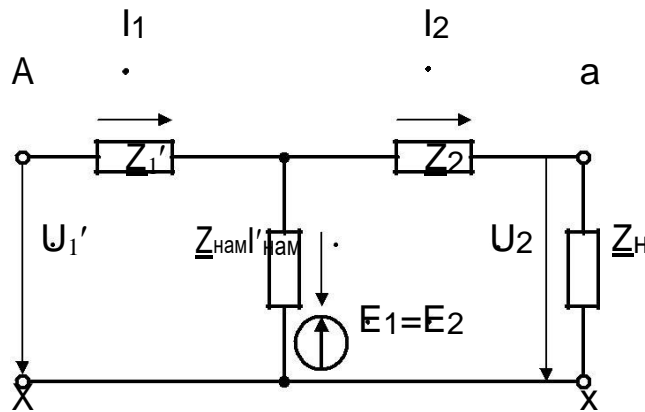


Рис. 2.2. Схема замещения трансформатора напряжения



## ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве прибора для изменения входного напряжения используется ЛАТР TSGC2-6В. ЛАТР – Лабораторный АвтоТрансформатор Регулируемый. Это вариант трансформатора, в котором первичная и вторичная обмотки соединены напрямую, и имеют за счёт этого не только магнитную связь, но и электрическую. Обмотка автотрансформатора имеет несколько выводов (как минимум 3), подключаясь к которым, можно получать разные напряжения.

Преимуществом автотрансформатора является более высокий КПД, поскольку лишь часть мощности подвергается преобразованию — это особенно существенно, когда входное и выходное напряжения отличаются незначительно. Недостатком является отсутствие электрической изоляции (гальванической развязки) между первичной и вторичной цепью. В промышленных сетях, где наличие заземления нулевого провода обязательно, этот фактор роли не играет, зато существенным является меньший расход стали для сердечника, меди для обмоток, меньший вес и габариты, и в итоге — меньшая стоимость.

### ЗАДАНИЕ НА ПРЕДВАРИТЕЛЬНУЮ ПОДГОТОВКУ

Собрать схему, представленную на рисунке 2.4.

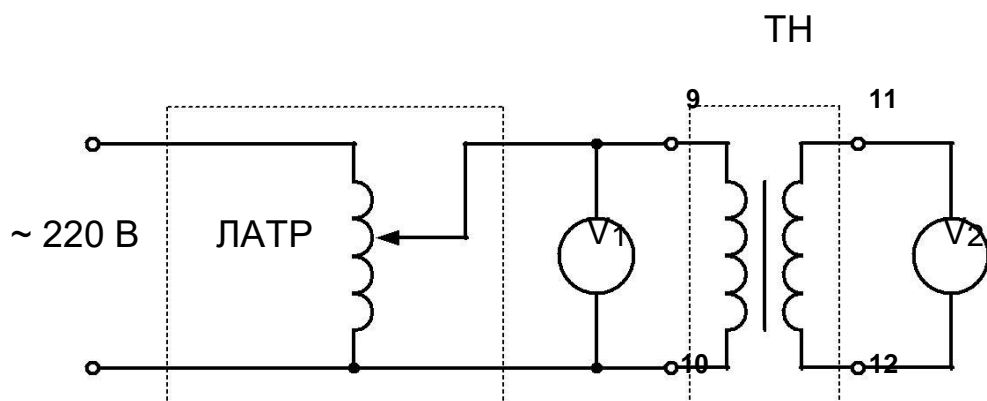


Рис. 2.4. Схема испытания трансформатора напряжения ТН

## **РАБОЧЕЕ ЗАДАНИЕ**

Измерить значения входного и выходного напряжения трансформатора напряжения, определить его коэффициент трансформации, рассчитать величину погрешности измерений.

### **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Проведение экспериментальной части лабораторной работы необходимо проводить в следующем порядке:

1. При помощи ЛАТРа подать напряжение на вход трансформатора (порядка 200 – 250 В).
2. Измерить значения входного и выходного напряжений
3. На основании полученных данных определить коэффициент трансформации трансформатора напряжения по формуле (2.2).
4. По формуле (2.3) рассчитать величину погрешности напряжения трансформатора напряжения.
5. На основании измеренных и рассчитанных данных сделать вывод о пригодности трансформатора напряжения.
6. Оформить отчёт.

### **УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ**

Внутри корпуса автотрансформатора имеется опасное напряжение более 220В, с частотой 50Гц.

К работе с автотрансформатором допускаются только лица, имеющие допуск к работе с электрооборудованием с напряжением до 1000В, изучившие инструкцию по технике безопасности, действующую на предприятии.

Трансформатор требует бережного обращения, нельзя подвергать его ударам, перегрузкам, воздействию жидкостей и грязи.

Запрещается:

- эксплуатировать трансформатор при появлении дыма или запаха, характерного для горячей изоляции, появлении повышенного шума или вибрации, поломке или появлении трещин в корпусе, и при поврежденных соединителях;

- накрывать автотрансформатор какими-либо материалами, размещать на нем приборы и предметы, закрывать вентиляционные отверстия и вставлять в них посторонние предметы;

- использовать автотрансформатор в помещениях со взрывоопасной или химически активной средой, разрушающей металлы и изоляцию, в условиях воздействия капель или брызг, а также на открытых площадках;

- оставлять трансформатор без присмотра обслуживающего персонала; - подключать к автотрансформатору электродвигатели (отдельно или в составе оборудования), ток потребления которых (обычно указывается в паспорте) превышает 70% предельного значения тока нагрузки автотрансформатора; - подключать к сети электропитания выходные клеммы трансформатора.

Во всех случаях выполнения работ, связанных со вскрытием автотрансформатора, он должен быть отключен от сети.

## **ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА**

В отчете должны быть отражены результаты испытания трансформатора напряжения. Отчет содержит:

- 1) значения входного и выходного напряжения;
- 2) расчет коэффициента трансформации ТН;
- 3) расчет погрешности трансформатора напряжения;

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Устройство, принцип действия трансформаторов напряжения.
2. Какими погрешностями характеризуются трансформаторы напряжения, как они рассчитываются и чем обусловлено их наличие?

## **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. ГОСТ 18685-73 Трансформаторы тока и напряжения. Термины и определения.
2. ГОСТ 1983-2001 Трансформаторы напряжения. Общие технические условия.