

**ELEKTROMAGNET TRANSFORMORLARNI  
ISHLATISH BUYICHA PEREXODNYX**

**Тулкинов Илхом Дилшодивич**

Студент Джизакского политехнического институту

Условия работы ТТ в устройствах защиты и автоматики значительно отличаются от условий их работы в схемах измерения. Если для измерительных целей обычно требуется работа ТТ определенного класса точности при первичном токе, не превышающем номинальный, и притом в установившемся режиме, то в устройствах релейной защиты и автоматики ТТ в большинстве случаев должны выполнять свои функции при токах, значительно больших номинального, в условиях переходного режима, например возникающего при коротком замыкании.[1]

Следует особо отметить влияние на работу ТТ свободны апериодических составляющих первичного тока, появляющихся в переходных режимах. Эти составляющие трансформируются во вторичную цепь ТТ тем с большей погрешностью, чем медленнее они затухают. Следовательно, с увеличением времени затухания все большая доля апериодической составляющей первичного тока расходуется на намагничивание магнитопровода трансформатора тока. Далее будет показано, что, например, при постоянной времени затухания  $T_1 \gg 0,05$  с максимальное значение апериодической составляющей тока намагничивания во много раз превышает его периодическую составляющую.[2]

С ростом рабочих мощностей и напряжений современных электроэнергетических систем постоянная времени возрастает, в особенности при к. з. вблизи от шин мощных электростанций, нередко до нескольких десятых долей секунды. Вместе с тем сокращается допустимое время срабатывания устройств релейной защиты и автоматики, в некоторых случаях до нескольких миллисекунд. Следовательно, в момент срабатывания этих устройств апериодическая составляющая тока намагничивания во много раз превышает его периодическую составляющую.[4]

В связи с этим условия работы трансформаторов тока, применяемых в современных энергосистемах, становятся все более тяжелыми. Замкнутые стальные магнит проводы существующих ТТ подвержены сильному насыщению апериодическими составляющими тока и, следовательно, резкому уменьшению их магнитной проницаемости. Это приводит к недопустимому увеличению погрешностей таких ТТ в переходных режимах. Особенно большие погрешности имеют место, когда в магнит проводе ТТ сохраняется остаточный магнитный поток, совпадающий по направлению с потоком апериодической составляющей тока намагничивания.

Ввиду указанных обстоятельств возникает необходимость в анализе общих закономерностей работы ТТ в переходных режимах и в разработке новых ТТ, погрешности которых в этих режимах не будут превышать допустимые значения.

Обычно вынужденная периодическая составляющая первичного тока считается синусоидальной, а сумма апериодических составляющих заменяется результирующей экспонентой. В переходных режимах первичный ток ТТ может содержать наряду с вынужденной периодической и свободными апериодическими составляющими также и затухающие свободные периодические составляющие. Значительные свободные периодические составляющие возникают, если в электрической системе имеются устройства емкостной компенсации либо длинные линии электропередачи (напряжением 330 кВ и выше) с распределенными параметрами. [5]

Однако при проектировании ТТ, предназначенных для работы в переходных режимах,

в большинстве случаев упомянутые свободные периодические составляющие можно не учитывать и считать, что первичный ток изменяется по закону.

$$i_i = I_{1пер\tau} \cos(\omega t - \delta_1) + I_{1а.нач} e^{-t/T_1}$$

В этом выражении  $I_{1пер\tau}$  - амплитуда первичного периодического тока, зависящая от условий короткого замыкания;  $\delta_1$  - фаза этого тока в начальный момент времени переходного процесса ( $t=0$ ); это случайная величина, изменяющаяся в пределах от 0 до  $90^\circ$ ;  $I_{1а.нач}$  - начальное значение апериодической составляющей тока;  $T_1 = L_1 / R_1$  - постоянная времени затухания этой составляющей, равная отношению индуктивности первичной цепи к ее активному сопротивлению.

Постоянная времени  $T_1$  может изменяться от сотых до десятых долей секунды в зависимости от места и характера к. з. в системе. Например, при к. з. в электрически удаленной точке сети, а также при дуговом к. з.  $T_1$  может быть равна 0,01 с и меньше, а при металлическом к. з. вблизи от мощного генерирующего источника она может быть и 0,3 с.

Подчеркнем, что фаза  $\delta_1$  и постоянная времени  $T_1$  оказывают значительное влияние на переходные процессы в ТТ, причем это влияние тем больше, чем меньше  $\delta_1$  и чем больше  $T_1$ . На характер переходного процесса заметно влияет также значение и вид нагрузки, включенной во вторичную цепь ТТ. Наибольший практический интерес представляет включение во вторичную цепь ТТ индуктивности и активного сопротивления, соединенных последовательно.[4]

В настоящей главе рассматриваются основные соотношения между электрическими величинами в цепях ТТ электромагнитного типа при указанном законе изменения первичного тока и активно-индуктивной нагрузке ТТ. Уравнения, которые будут приведены в, непосредственно применимы для описания и расчета переходных процессов в электромагнитных ТТ с постоянными параметрами нагрузки и практически линейной характеристикой намагничивания. К таким ТТ относятся трансформаторы без стали, а также ТТ с достаточным немагнитным зазором в стальном магнитном проводе, имеющие приблизительно неизменную индуктивность намагничивания. При нелинейной характеристике намагничивания, свойственной обычным ТТ с замкнутыми стальными магнитными проводниками, приведенные ниже уравнения способ ствуют качественной оценке переходных процессов и, кроме того, используются для расчета переходных процессов методом последовательных интервалов [3]

#### ЛИТЕРАТУРЫ:

- 1.Адоньев Н. М., Афанасьев В. В., Карпенко Л. Н. Оптико-электронный трансформатор тока высокого напряжения//Электричество. 1969. № 11. С. 1.
- 2.Афанасьев В. В., Зубков В. П., Крастина А. Д. Оптико-электронные трансформаторы тока//Электричество. 1970. № 7. С. 18—24.
- 3.Белицкая М. С., Лиманов Е. А. Трансформаторы постоянного тока и напряжения. Л.: Энергия, 1964.
- 4.Nabijonovich J.A.Renewable energy sources in Uzbekistan//ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal.–2020.–Т.10.–№.11.–С.769-774.
- 5.Sultanov M. M. et al. FITTING THE SPECTRA OF PIONS, KAONS, PROTONS, AND ANTIPROTONS IN RELATIVISTIC CU+ CU COLLISIONS //Euro-Asia Conferences. – 2021. – С. 96-98.