

УДК 621.3

ЭКВИВАЛЕНТНАЯ СТАТИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА

Масловский В.И., Вишевская М.М., Соколов В.В.
Научный руководитель – ассистент Потачиц Я.В.

Расчет токопроводов при статической нагрузке производят с целью проверки их устойчивой работы при коротких замыканиях (КЗ). Известно, что электрические токи взаимодействуют. Силы взаимодействия проводников с током называют электромагнитными или электродинамическими. Они пропорциональны квадрату тока и достигают наибольших значений при коротких замыканиях.

Действию электродинамических сил подвержены все элементы электрических систем, в том числе токопроводы и электрические аппараты. Последние должны обладать достаточной механической прочностью, чтобы противостоять действию электродинамических сил при КЗ. Под электродинамической стойкостью понимают способность аппаратов или проводников выдерживать механические усилия.

При проверке проводников и электрических аппаратов электроустановок на электродинамическую и термическую стойкость при КЗ предварительно должны быть выбраны расчетные условия КЗ.

В качестве расчетного вида КЗ следует принимать при проверке жестких проводников с относящимися к ним поддерживающими и опорными конструкциями на электродинамическую стойкость трехфазное КЗ.

Токопроводом (ТП) называется устройство, предназначенное для передачи и распределения электроэнергии, состоящее из неизолированных или изолированных проводников и относящихся к ним изоляторов, защитных оболочек, поддерживающих и опорных конструкций. В качестве проводников используют трубы, а также проводники прямоугольного и корытного сечений.

Многопролетный токопровод с жесткими проводниками представляет собой упругую систему, которая при КЗ под действием электродинамических сил приходит в сложное колебательное движение.

Проводники изгибаются и передают нагрузку на опоры, обладающие также некоторой упругостью. В материале проводников и изоляторов возникают значительные напряжения.

Токопровод должен противостоять электродинамическим воздействиям. Расчет токопровода с заданными параметрами на электродинамическую стойкость состоит в определении максимальной мгновенной нагрузки на изоляторы и максимального мгновенного напряжения в проводниках в переходном колебательном процессе.

Анализ частотных характеристик, показывает, что важнейшим параметром ТП, определяющим его электродинамическую стойкость, является основная частота собственных колебаний проводника. Поэтому эта частота должна быть принята в качестве независимого параметра для упрощенного расчета.

Для ТП с жесткими опорами основная частота может быть легко определена, тогда как для ТП с упругими опорами необходима сложная программа для ЭВМ. Однако в этом нет необходимости, поскольку обычно применяемые ТП могут рассматриваться как конструкции с жесткими опорами.

В токопроводах напряжением 110 кВ и выше основная частота проводников не превышает 10 Гц и опоры обладают некоторой упругостью, которая должна быть учтена при расчете.

Характеристики, учитывающие упругость опор, являются функциями только основной частоты проводников. В основу их построения положены известные частотные характеристики для крайних проводников А и С однопролетных ТП с жесткими опорами.

Допустимая нагрузка на изоляторы при КЗ принимается согласно ПУЭ равной 60 % минимальной разрушающей нагрузки.

Допустимое напряжение в материале проводников согласно ПУЭ принимается равным 70 % временного сопротивления.

Поведение ТП с гибкими проводниками при КЗ было изучено экспериментально. Были разработаны методы расчета. Они достаточно сложны и здесь не изложены. Мы ограничиваемся рассмотрением графиков, определяющих зависимости отклонений и тяжений проводников от параметров ТП, тока КЗ и других условий. Эти графики могут быть использованы при проектировании для правильного выбора основных размеров ТП в целях повышения их электродинамической стойкости.

Токопроводы применяют для питания крупных потребителей, передачи электроэнергии от электростанции или главной понижающей подстанции при напряжении 6, 10 или 35 кВ к основным цехам предприятия, подсоединения генераторов и трансформаторов большой мощности к сборным шинам РУ, а также для соединения их между собой при работе по схеме блока генератор – трансформатор.

Преимущества токопроводов по сравнению с кабельными связями:

- замена дефицитных кабелей алюминиевыми шинами и изолированными проводами;
- повышение надежности вследствие отсутствия больших потоков кабелей и большого числа кабельных муфт;
- улучшение условий эксплуатации;
- облегчение условий наблюдения за электроустановкой и устранения неисправностей;
- обеспечение высокого уровня монтажных работ;
- существенное снижение стоимости (жесткие токопроводы дешевле кабельных линий такой же пропускной способности более чем в 2 раза).

На электростанциях для соединения мощных генераторов с трансформаторами и трансформаторов с шинами РУ применяют экранированные токопроводы, отдельные для каждой фазы.

Внутри производственных помещений токопроводы выше 1000 В применяют редко и только в закрытом или пыленепроницаемом исполнении, а в помещениях сырых и особо сырых – в брызгозащищенном исполнении.

Прокладка открытых токопроводов выше 1000 В в производственных помещениях не допускается.

На мощных тепловых станциях для соединения генераторов с повышающими трансформаторами широко применяются комплектные пофазнэкранированные токопроводы.

К недостаткам токопроводов относят:

- большее индуктивное сопротивление, что приводит к дополнительным потерям напряжения;
- сопротивления фаз различны, что приводит к несимметрии напряжения фаз протяженных токопроводов при токах 2,5 кА и более;
- дополнительные потери электроэнергии в шинодержателях, арматуре и конструкциях при токах 1 кА и более от воздействия магнитного поля;
- следует считаться и с укрупнением единичной мощности токопровода по сравнению с несколькими кабельными линиями.

Для увеличения надежности токопроводы применяются, как правило, состоящими из двух линий с секционированием и автоматическим включением резерва.

Более экономичны гибкие и жесткие токопроводы с расположением фаз в вершинах равностороннего треугольника по сравнению с токопроводами с вертикальным или горизонтальным расположением фаз за счет взаимной компенсации магнитных полей фаз; такие токопроводы являются симметричными.

Жесткие токопроводы более компактны, чем гибкие, имеют разнообразное крепление к поддерживающим конструкциям.