

УДК 621.3

## ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ТОКОПРОВОДОВ 6 – 10 КВ ДЛЯ КРУ

Король Д.Ю., Андреев А.Ф.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Булат В.А.

Современные токопроводы имеют следующие исполнения: с жесткими шинами, закрепленными на опорных изоляторах, с расположением фаз в одной плоскости; с жесткими шинами на опорных изоляторах, с симметричным расположением фаз по вершинам равностороннего треугольника; с жесткими шинами с наружным экраном; с гибкими шинами наружной прокладки на подвесных изоляторах.

По сравнению с расположением фаз в одной плоскости (горизонтальной или вертикальной) симметричное расположение фаз отличается меньшими потерями электроэнергии, не требует устройства транспозиции фаз, а также имеет меньшее индуктивное сопротивление.

Фазо-шины жестких токопроводов чаще всего выполняются из алюминиевого коробчатого профиля, а гибких токопроводов – из пучка голых, чаще алюминиевых проводов, расположенных по периметру круга.

При выборе конструкций токопровода существенную роль, наряду с основными затратами, играют потери энергии в металлических частях поддерживающих и ограждающих конструкций, в арматуре и закладных деталях, в шинодержателях и др. Значительную долю их составляют потери на перемагничивание стали. Наибольшего значения потери достигают при несимметричном расположении фаз. Если в этом случае стальные части заменить на части из алюминиевых или медных сплавов, которые не имеют потерь на перемагничивание, то удается снизить общие потери на 35 – 40 %.

В токопроводах при симметричном расположении фаз переход от стали к сплавам не имеет актуального значения ввиду малых потерь в конструкциях благодаря скомпенсированному полю трех фаз. По этой причине поддерживающие конструкции из немагнитных сплавов находят применение главным образом при сооружении токопроводов с расположением фаз в одной плоскости. Вторая важная особенность этих токопроводов заключается в различной индуктивности фаз (из-за полей рассеяния), вызывающей нежелательный перекося фазных напряжений у электроприемников. Чтобы избежать этого, прибегают к транспозиции фаз. Транспозиция сводится к взаимному изменению положения всех трех фаз (скрещение).

Особое место в передаче электроэнергии занимают экранированные (закрытые) токопроводы. Экранированный токопровод представляет собой трубу в трубе (или короб в трубе) с установленными между ними изоляторами, при этом внутренняя труба выполняет функции собственно токопровода, а наружная – экрана. Обе трубы выполняются из одного и того же проводникового материала – алюминия.

Шинный пакет с охватывающим его экраном (кожухом) принципиально представляет трансформатор тока без железного сердечника. Поэтому при прохождении тока по шине в экране возникает индуктированный ток размагничивающего действия, благодаря чему результирующее магнитное поле внутри короба заметно ослабляется, и, следовательно, электродинамическое воздействие между шинными пакетами отдельных фаз такого токопровода также в значительной мере ослаблено.

Экранированные токопроводы безопасны при прикосновении к экранам и устойчивы в динамическом отношении при прохождении токов короткого замыкания. Однако высокая их стоимость является серьезным препятствием к широкому распространению.

Развивающимся в настоящее время симметричным токопроводам с жесткими шинами присущи тоже некоторые недостатки, они характеризуются использованием дорогостоящих опорных изоляторов типа ИШД-35, а также технологической сложностью выполнения

поворотов шинных пакетов в пространстве. Это вызывает необходимость дальнейших поисков новых конструктивных решений. Одним из возможных вариантов нового решения является переход от жестких опорных конструкций (треугольников) к гибким подвесам с использованием более дешевых подвесных изоляторов типов П, ПМ и ПС, применяющихся на линиях электропередачи.

Токопроводы пофазно-экранированные: токопроводы серии ТЭНЕ-10 имеют пофазно-экранированное исполнение. Каждая фаза токопровода состоит из токоведущей шины соответствующего сечения, кожуха-экрана и изоляторов. Шина закрепляется по сечению одним изолятором специальным шинодержателем. Изоляторы крепятся к крышкам, которые, в свою очередь, закрепляются на кожухах-экранах болтами.

Токопроводы комплектные закрытые: токопроводы серии ТЗК состоят из оболочки, общей для трех фаз, и токоведущих шин соответствующего профиля и сечения. Шины закрепляются к изоляторам внутри оболочек по вершинам равностороннего треугольника посредством специальных шинодержателей. Токопроводы 6 и 10 кВ на номинальные токи до 4000 А служат для электрического соединения на электростанциях различных по назначению трансформаторов со шкафами комплектных распределительных устройств, а также турбогенераторов с повышающими трансформаторами. Токопроводы могут быть применены также для других объектов энергетики, промышленности, транспорта, сельского хозяйства и др.

Токопроводы ТЗКР выполняются с междуфазовыми разделительными перегородками из металла. Перегородки предназначены для исключения возможности перехода однополюсного замыкания в междуфазное короткое замыкание.

Токопроводы серии ТЗКЭП-6 пофазно-экранированного исполнения. Каждая фаза токопровода состоит из алюминиевой токоведущей шины соответствующего трубчатого сечения, цилиндрического кожуха-экрана из алюминия и изоляторов. Опорные изоляторы устанавливаются на крышках, крепление каждой из которых на оболочках выполнено шестью болтами. Шина по сечению закрепляется одним изолятором посредством специального шинодержателя.

В настоящее время востребованы два основных вида токопроводов – это токопроводы с воздушной изоляцией и токопроводы с литой изоляцией. В настоящее время производители работают над совершенствованием конструкции таких токопроводов путем изменения конфигурации кожухов на более компактную, а также путем оптимизации изоляции. Помимо этого, производители переходят на более современные материалы, что делает изделие более надежным и продлевает срок эксплуатации.

Конструкция токоведущих частей электроустановок могут быть в жестком или гибком исполнении. Жесткие соединительные выводные провода и шины (перемычки и вывод) изолированные и голые применяются в аппаратах со сложной схемой коммутации, например в панелях управления, контроллерах, реостатах, комплектных распределительных устройствах (КРУ) и в других комплектных аппаратах. Гибкие соединения из кабеля и тонкой ленты применяются во многих аппаратах, имеющих подвижные контакты, например в контакторах, контроллерах, воздушных автоматических и некоторых масляных выключателях, а также в других аппаратах.

В электроустановках (электростанциях и подстанциях) применяются неизолированные жесткие проводники, неизолированные гибкие многопроволочные провода, кабели и комплектные токопроводы. В настоящее время применяются в основном алюминиевые токоведущие части и шины, но в связи с уменьшением разницы цен алюминиевых и медных проводников в последнее время расширилась возможная область применения медных проводников. Выбор конкретных типов проводников зависит от номинального напряжения, тока, рода установки и особенностей проектируемой электроустановки.

Увеличение передаваемых мощностей в системе электроснабжения промышленных предприятий требует повышения сечения сетей. В последние 20 лет наблюдается

постепенный переход от кабельных линий к токопроводам, обладающим большими надежностью и перегрузочной способностью.