

УДК 621

КОНСТРУКЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ДЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Косовский И.И., Кочергин П.А., Малашенко И.С.

Научный руководитель – м.т.н., ст. преп. Петрашевич Н.С.

Для кабельных линий постоянного тока могут быть использованы различные типы кабелей: кабели с бумажно-масляной изоляцией, кабели с маслом под давлением, кабели с газом под давлением, кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена. Как показывает опыт, для этой цели наиболее целесообразно применять кабели с бумажной изоляцией и вязкой пропиткой. Электрическая прочность такого кабеля много выше, чем кабеля переменного тока при той же толщине изоляции. Поэтому эти кабели и получили наибольшее применение при сооружении кабельных линий постоянного тока. В настоящее время создан кабель на напряжение 400 кВ и ток 1,25 кА. Наружный диаметр его равен 128 мм.

Кабели с полиэтиленовой изоляцией для линий постоянного тока стали применяться лишь последние несколько лет. Этому предшествовали длительные исследования. Сейчас созданы такие кабели на напряжение до 300 кВ. Эти кабели имеют меньшие размеры и массу, они могут быть уложены на поверхности с уклоном, поскольку нет опасности стекания вязкой пропитки, они удобнее в монтаже. Поэтому эти кабели получают все большее применение.

Конструкция кабеля. Силовые кабели состоят из одной или нескольких токопроводящих жил, отделенных друг от друга и от земли изоляцией. Поверх изоляции для ее предохранения от влаги, кислот и механических повреждений накладывают защитную оболочку, и стальную ленточную броню с защитными покровами. Токопроводящие жилы, как правило, изготавливаются из алюминия как однопроволочными (сечением до 16 мм²), так и многопроволочными. Применение кабелей с медными жилами предусмотрено только в специальных случаях, например, во взрывоопасных помещениях, в шахтах, опасных по газу и пыли. На переменном токе до 1 кВ применяют четырехжильные кабели, сечение четвертой, нулевой жилы меньше, чем основных. Кабели в сетях переменного тока до 35 кВ – трехжильные, кабели 110 кВ и выше – одножильные. На постоянном токе применяют одножильные и двухжильные кабели.

Изоляция выполняется из специальной пропитанной минеральным маслом кабельной бумаги, накладываемой в виде лент на токопроводящие жилы. При прокладке кабелей на вертикальных и крутонаклонных трассах возможно перемещение пропитывающего состава вдоль кабеля. Поэтому для таких трасс изготавливаются кабели с обедненно-пропитанной изоляцией и с нестекающим пропитывающим составом. Изготавливаются также кабели с резиновой или полиэтиленовой изоляцией.

Защитные оболочки, накладываемые поверх изоляции для ее предохранения от влаги и воздуха, бывают свинцовыми, алюминиевыми или поливинилхлоридными. Рекомендуется широко использовать кабели в

алюминиевой оболочке. Кабели в свинцовой оболочке предусмотрены для прокладки под водой, в угольных и сланцевых шахтах, в особо опасных коррозионно-активных средах. В остальных случаях выбор кабелей в свинцовой оболочке надо специально технически обосновать.

Свинцовые, алюминиевые или поливинилхлоридные оболочки надо защитить от механических повреждений. Для этого на оболочку накладывают броню из стальных лент или проволок. Алюминиевая оболочка и стальная броня в свою очередь подлежат защите от коррозии, химического воздействия и блуждающих в земле токов. Для этого между оболочкой и броней, а также поверх брони накладывают внутренний и внешний защитные покровы. Внутренний защитный покров (или подушка под броней) - это джутовая прослойка из хлопчатобумажной пропитанной пряжи или из кабельной сульфатной бумаги. Поверх этой бумаги накладывают еще две поливинилхлоридные ленты. Наружный защитный покров – также из джута, пропитанного антикоррозионным составом. Для прокладки в туннелях и других местах, опасных в пожарном отношении, применяют специальные кабели с негорючими защитными покровами.

Каждая из трех жил кабелей 1–10 кВ имеет секторную форму и обмотана фазной изоляцией (двумя или более слоями лентами пропитанной кабельной бумаги). Пространство между жилами заполняют жгутами из сульфатной бумаги. Поверх жил накладывают общую поясную изоляцию той же структуры, что и фазная изоляция жил кабеля.

Силовые линии электрического поля в кабелях с поясной изоляцией и общей металлической оболочкой имеют различные углы наклона по отношению к слоям бумаги, что обуславливает в них как нормальные, так и касательные (тангенциальные) составляющие поля. Это заметно ухудшает свойства кабеля, так как электрическая прочность изоляции вдоль слоев бумаги в 8–10 раз меньше по сравнению с прочностью при нормальном к бумаге направлении силовых линий. Электрическая прочность заполнителей также значительно ниже, чем пропитанной изоляции. Из-за этого недостатка кабели с поясной изоляцией и общей металлической оболочкой не применяются на напряжение выше 10 кВ.

Газонаполненные кабели применяются при напряжении 10–110 кВ. Это свинцованные кабели с изолирующей бумагой, пропитанной относительно малым количеством компаунда. Кабель находится под небольшим избыточным давлением инертного газа (обычно азота), что значительно повышает изолирующие свойства бумаги. Постоянство давления обеспечивается тем, что утечки газа компенсируется непрерывной подпиткой.

Кабели 110 и 220 кВ изготавливают маслonaполненными и, как правило, одножильными. Эти кабели изготавливаются с изоляцией из бумажных лент различной плотности, пропитанных высоковольтным нефтяным или синтетическим маслом малой вязкости. Маслопроводящий канал этих кабелей через специальные муфты периодически по трассе прокладки соединяется с баками давления, которое может достигать 0,3 МПа. Избыточное давление масла исключает возможность образования пустот в изоляции кабеля и

значительно повышает его электрическую прочность. По значению давления, под которым находится масло, кабели делятся на кабели низкого и высокого давления. Длительно допустимое избыточное давление масла в кабелях низкого давления должно быть в пределах 0,06–0,3 МПа, а в кабелях высокого давления—1,1–1,6 МПа. Кабели высокого давления наиболее целесообразны на 220–500 кВ при прямых трассах.

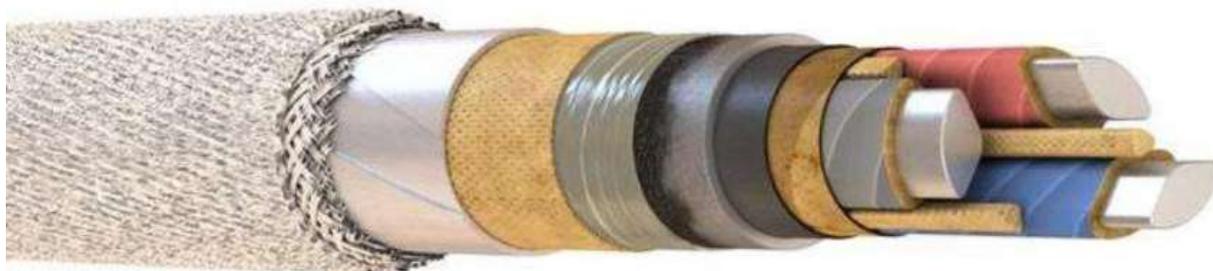


Рисунок 1 – Конструкция кабеля 10 кВ

Проблемы использования кабельных линий с изоляцией из сшитого полиэтилена для линий постоянного тока. При работе на постоянном напряжении в этой изоляции возникает объемный заряд того же знака, что и у токопроводящей жилы, который настолько искажает электрическое поле кабеля, что его напряженность превышает допустимые пределы и в кабеле происходит пробой изоляции. Потребовались длительные исследования, чтобы этот недостаток был устранен. Сейчас кабели с полиэтиленовой изоляцией созданы на напряжение до 300 кВ относительно земли.

Преимущества использования кабельных линий с изоляцией из сшитого полиэтилена для линий постоянного тока. Такие кабели обладают рядом преимуществ по сравнению с другими типами кабелей: они имеют меньшие размеры и массу, могут быть уложены на поверхности с уклоном, поскольку нет опасности стекания вязкой пропитки, удобнее в монтаже. Поэтому кабели с полиэтиленовой изоляцией получают все большее применение при сооружении линий постоянного тока. Поскольку кабельные линии применяются в основном для пересечения водных преград, то одной из важных задач снижения стоимости и повышения надежности линии является возможно большее увеличение строительной длины кабеля, чтобы сократить число соединительных муфт, которые всегда являются источником повышенной опасности для кабеля. Для этой цели используются специальные суда-кабелеукладчики с горизонтальной катушкой большого диаметра, который определяется шириной судна. На эту катушку непрерывно подается кабель с завода, расположенного в том же городе, где швартуется судно. Наибольшая длина кабельной линии, сооруженной с помощью такого судна, составляет 200 км с одной соединительной муфтой посередине. Рассматриваются проекты сооружения подводных кабельных линий длиной 500—600 км.

Вывод. Для строительства кабельных линий предпочтительно использовать кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена, так как они имеют ряд преимуществ по сравнению с другими типами кабелей:

- меньшие размеры и масса;
- могут быть уложены на поверхности с уклоном;
- удобнее в монтаже.

Литература

1. Студопедия. Главная/ Конструкция кабелей и кабельные линии/ [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://studopedia.ru/14_33373_konstruktsiya-kabeley-i-kabelnie-linii.html - Дата доступа: 25.11.2019

2. StudFiles. Главная/ Конструкция кабельных линий/ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5865890/page:5/>- Дата доступа: 25.11.2019

3. StudFiles. Главная/ Линия электропередач (лэп) постоянного тока, электрические сети постоянного тока/ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/6413165/page:3/>- Дата доступа: 28.11.2019