# Виды кабелей и правила их применения

# Кабели

Кабелем называют устройство, предназначенное для канализации электрической энергии и состоящее из одного или нескольких изолированных друг от друга проводников заключенных в герметическую защитную оболочку из резины, пластмассы, алюминия или свинца.

Кабель, имеющий поверх защитной оболочки покрытие (броню) из стальных лент, плоской или круглой проволоки (для защиты от механических повреждений),называются бронированными. Если защитные или броневые оболочки кабеля не пропитаны джутовой пропитанной пряжей, то такой кабель называют голым.

Различают кабели силовые и контрольные, силовые кабели предназначены для передачи и распределения электрической энергии в осветительных и силовых электроустановках и в тех случаях, когда их применение экономически или технически более целесообразно ,чем проводов. Контрольные кабели служат для создания цепей контроля, сигнализации и т.д.

Силовой электрический кабель общего применения с пропитанной бумажной изоляцией состоит из токоведущих жил (из меди или алюминия) круглой или сеглянтной формы; жильной изоляции из бумаги, пропитанной маслоканифольным составом заполнителей из жгутов сульфатной бумаги, проложенных между жилами; поясной изоляцией из бумаги, пропитанной маслоканифольным составом; герметизирующей оболочки из свинца или алюминия; двухслойного битумного состава, между слоями которого проложена сульфатная бумага; кабельной пряжи ,пропитанной противогнилостным составом; брони из стальных лент, а у некоторых марок кабелей из плоских или круглых стальных оцинкованных проволок ,покрытых битумным составом; кабельного покрова из пропитанного джута (пряжи) ,покрытый сверху слоем мела.

Силовые кабели общего применения с бумажной пропитанной изоляцией бывают одно-, двух-, трех-, четырехжильные с сечением жил 2,5-800мм&#178;.

Кабельная линия служит для передачи электроэнергии или отдельных ее импульсов и состоит из одного или нескольких кабелей с соединительными или концевыми муфтами. Кабель состоит из трех основных элементов: токопроводящей жилы, изоляции и герметичных оболочек с защитными покровами.

По виду изоляции и оболочки различают следующие силовые кабели; с пропитанной бумажной изоляцией в металлической оболочке; с бумажной изоляцией пропитанной не стекающим составом, в металлической оболочке; с пластмассовой изоляцией в пластмассовой или металлической оболочке ; с резиновой изоляцией в пластмассовой, резиновой или металлической оболочке.

Жилы кабеля изготавливают одно-проволочными или многопроволочными с круглой, секторной или сеглянтной формой сечения.

Кабели прокладывают в конструкциях, лотках (в производственных помещениях, в туннелях);по стенам зданий и сооружений, в траншеях и блоках (по территории предприятия или города.)Монтаж кабелей в траншеях является наиболее распространенным и легко выполнимым, так как при этом способе основная работа сводится к рытью траншей и укладки в них кабелей. Недостатком этого способа является возможность механического повреждения находящихся в земле кабелей и несчастных случаев с людьми при производстве земляных работ вблизи кабельной трассы.

Более надежно защищенной является кабельная линия, располагаемая в блоках из асбестоцементных труб или бетонных блоков, то такая прокладка кабелей является более сложной и ведет к существенному увеличению стоимости линии. Кроме того вследствие неблагоприятных условий охлаждения допустимые токовые нагрузки кабелей, проложенных открыто или в земле независимо от способа прокладки кабеля трассу выбирают так, чтобы расстояние между начальной и конечной точками линии были кратчайшими.

При нагревании жил кабеля током происходит разжижение и необратимое перемещение состава, которым пропитан кабель. Кроме того, в кабеле, проложенном наклонно или вертикально, под действием сил тяжести стекает пропиточный состав, в результате чего в нижней части кабеля скапливается избыточное количество пропиточного состава, а в вертикальной могут образоваться пустоты, заполняемые газовыми включениями.

Работы по прокладке кабельных линий должны выполнятся в минимальные сроки и на участке работ должны быть обеспечены безопасность движения транспорта и пешеходов, а также нормальная деятельность предприятий. Поэтому до начала работ следует хорошо изучить техническую документацию, осмотреть трассу кабельной линии и наметить пункты силодирования необходимых ,материалов, инструментов, приспособлений и механизмов, а также места движения пешеходов и переезда транспорта через трассу, с тем чтобы можно было своевременно подготовить необходимое количество ограждений, сигнальных знаков и пешеходных мостиков.

Кабельная линия должна прокладываться с таким расчетом ,чтобы определенный комплекс работ выполнялся в течении одного рабочего дня. Так, например, после окончания работ по рытью траншей, укладки в них кабеля и последующей засыпки не должна оставаться не использованной разрытая траншея или незасыпной траншея с уложенным в нее кабелем.

**Прокладка кабелей в траншеях**

В объем работ по прокладке кабелей в траншеях входят подготовительные работы, устройство траншей, доставка барабанов с кабелем к месту работ раскатка кабеля и укладка его в, зашита кабеля от механических повреждений и засыпка траншей.

Во время подготовительных работ доставляют на трассу необходимое количество кирпича, песка или просеянной земли, а также стальные или асбестоцементные трубы с внутренним диаметром не менее 100мм для устройства переходов кабельной линии под железнодорожными путями, проезжими дорогами и различными препятствиями, находящихся н трассе кабельной линии.

При пересечении кабельной трассой пешеходных дорожек в соответствующих местах должны быть установлены переходные мостики с барьерами, доставляемые заблаговременно на трассу.

Приступить к рытью траншей можно после того, как будет проверено по плану или с помощью пробивных шурфов отсутствие на трассе или в опасной близости от нее подземных сооружений, трубных коммуникаций или других кабелей. Для этого проверяют по плану расположение подземных сооружений, а при отсутствии плана делают пробные шурфы шириной 350мм поперек намеченной трассы; рыть шурфы надо с большой осторожностью, чтобы не повредить кабели, трубы или иные сооружения, которые могут оказаться в земле. Траншеи большой протяженностью устраивают специальными роторными траншее копательными, а чаще обычными землеройными машинами или экскаваторами.

Траншеи небольшой протяженностью и проходящие под тротуарами с асфальтным покрытием, а также траншеи прокладываемые на стенных участках ,где применять механизмы невозможно, роют вручную, пользуясь ломом и лопатой.

Глубина траншеи должна быть не менее 700мм, а ширина такой, чтобы расстояние между несколькими параллельно проложенными в ней кабелями напряжением до 10кВ было не менее 100мм,а от стенки траншеи до ближайшего крайнего кабеля не менее 50мм.

Глубина заложения кабеля может быть уменьшена до 0,5м на участках длиной до 5м при вводе кабеля в здание, а также в местах пересечения их с подземными сооружениями при условии защиты кабеля от механических повреждений

путем прокладки его в асбестоцементных трубах.

В местах изменения направления трассы траншею роют так, чтобы кабель можно было уложить в ней с требуемым ракурсом изгиба.

В местах будущего расположения кабельных распределительных муфт траншеи расширяют, образуя котлованы. Котлованы для одной кабельной муфты кабеля напряжением до 10кВ должен быть глубиной 1,5м и длиной 2,5м.Для каждой следующей рядом укладываемой муфты ширина котлована должна увеличиваться на 350мм.

Вырытые булыжники, куски асфальта и бетона укладывают на одной из сторон траншеи или котлована на расстоянии не менее 1м от их бровки, чтобы обеспечить свободное продвижение работающих вдоль трассы.

Кабели доставляют к месту укладки в барабанах на специальных кабельных транспортерах или на автомашинах, оборудованных устройством для погрузки, транспортирования и выгрузки барабана с кабелем. Выгружать барабаны с кабелем нужно осторожно, чтобы не повредить его и не нанести травму работающим.

Категорически запрещается сбрасывать барабаны с кабелем с автомашин или с кабельных транспортеров. Кабель должен быть выгружен на максимально близком расстоянии от места раскатки, но так, чтобы он не мешал движению рабочих, не создавал угрозы падения в траншею и был удобно расположен для раскатки.

Доставленные к месту прокладки кабель раскатывают с барабанов при помощи движущегося транспорта, лебедкой по роликам, вручную по роликам или без роликов.

При раскатке кабеля с движущегося транспорта с автомобиля или кабельного транспортера- двое рабочих вращают вручную барабан, сматывая с него кабель, а два других рабочих принимают и укладывают кабель в траншее. Кабель сматывают с барабана сверху, а не снизу. Раскатку производят при скорости движения автомашины или буксируемого транспортера, не превышающей 2,5км/ч. При раскатке с барабана, находящегося на земле, последний должен быть приподнят над землей на 200- 250мм с помощью стального вала и двух кабельных домкратов. Под домкраты подкладывают деревянные доски толщиной не менее 50мм,кирпичи или железобетонные плиты.

До начала раскатки кабеля в траншее устанавливают линейные и угловые раскаточные ролики: линейные ролики устанавливают на прямых участках траншеи через каждые 2м, а угловые - в местах изгибов и поворотов траншеи.

Непосредственно перед раскаткой снимают обшивку с кабельного барабана и осматривают верхние витки кабеля, чтобы убедиться в отсутствии вмятин, повреждений брони кабеля или иных дефектов. Затем сматывают с барабана лебедкой стальной трос и прикрепляют к нему конец кабеля . Раскатываемый кабель прикрепляют к тросу лебедки при помощи проволочного чулка, лопусного или рычажного зажима. Проволочный чулок надевают на конец кабеля и на длина не менее 500мм прочно закрепляют на его оболочке при помощи трех бандажей из мягкой проволоки диаметром 0,5мм, накладываемых поверх намотки из стальной ленты. Крепление троса посредством чулка имеет ряд недостатков, главным из них является необходимость большой затраты времени для закрепления чулка на кабеле, возможность соскальзывания чулка с оболочки и наконец, опасность разрыва оболочки кабеля вблизи от места наложения чулка.

При раскатке кабеля ручным способом рабочие кладут его на плечи и медленно передвигаются вдоль траншеи или по ее дну. Кабель, находящийся на плечах у рабочих, не должен иметь больших изгибов. Нагрузка на каждого рабочего, участвующего в ручной раскатке кабеля, не должна превышать 35кг. Кабель должен находиться на одном и том же плече у каждого рабочего, переносящих кабель. Опускать кабель с плеч надо одновременно и в два приема :сначала на уровень опущенной руки ,а затем на землю. Категорически запрещается сбрасывать кабель на землю, во избежании несчастных случаев или повреждения кабеля.

При недостаточном количестве рабочих, необходимых для нормальной раскатки кабеля, рассчитанного на напряжение до 1кВи при температуре окружающего воздуха выше 0&#186; С, применяют петлевую раскатку. Для этого барабан с кабелем устанавливают не в начале траншеи, а на середине ее длины: половину кабеля с барабана сматывают сверху в одну сторону, а оставшуюся половину сматывают снизу барабана в другую сторону петлей, занесенной через барабан. При петлевом способе раскатки необходимо соблюдать допустимые радиусы изгибов кабеля, а также исключить его скручивания. Кабель кладут в траншею волнообразно ,, змеей'', с тем, чтобы создать некоторый запас кабеля по длине, необходимый для компенсации продольных напряжений, которые могут возникнуть вследствие осадки грунта или температурных изменений, запас кабеля необходим также и на случай его пробоя. Тогда удаляют поврежденный участок и устанавливают соединительную муфту, на что и используются за счет запаса требуемое количество кабеля. Создавать запас кольцеобразного уложенных витков запрещается, так как они в процессе эксплуатации будет перегреваться и кабель после непродолжительной работы может выйти из строя. Запас кабеля можно создавать в виде неполной петли, укладываемой в конце линии, у вертикальных стояков, при переходе в подводную трассу и т.п.

## Прокладка кабелей в блоках

Кабельным блоком называют сооружаемое в земле устройство, предназначенное для защиты прокладываемых в нем кабелей от механических повреждений.

Блок обычно состоит из нескольких труб (асбестоцементных, керамические и др.)или железобетонных элементов (панелей) и относящихся к ним колодцев.

При прокладке кабельной линии в блоках они должны быть доставлены к месту работ и разложены вдоль трассы кабеля.

Каждый кабельный блок должен иметь до 10% резервных каналов, но не менее одного канала.

Глубина заложения в земле кабельных блоков должна приниматься исходя

из местных условий, но не должна быть менее расстояний, допустимых при прокладке кабелей в траншеях.

В местах изменения направления трассы или разветвления кабельных линий, проложенных в блоках, и в местах перехода кабелей из блоков в землю должны сооружаться кабельные протягивания. Кабеля прокладываемые вдоль, а также дающие возможность легко и быстро заменить их в процессе эксплуатации. Для стока влаги блоки укладывают с уклоном в сторону колодцев не менее чем на 100мм на каждые 100мм. Кабельные колодцы сооружают на прямоугольных участках трассы на расстоянии друг от друга, определяемом рельефом местности, строительной длиной прикладываемых кабелей, а также величиной предельно допустимого стяжения кабеля при его затяжке в канал блока.

Колодцы строят с таким расчетом, чтобы обеспечить нормальную прокладку кабелей и монтаж кабельных муфт. На дне устраивают водосборник, представляющий собой закрытое металлической решеткой углубления, служащие для сбора просачивающихся грунтовых или ливневых вод.

Перед прокладкой кабелей осматривают колодцы и прочищают трубы, проложенные между ними. Очистку труб производят при помощи последовательно соединенных тросом на расстоянии 600-700 мм друг от друга контрольного (комбинированного)цилиндра и проволочного дерма. Свободный конец контрольного цилиндра присоединяют

к тяговому торсу лебедки, а затем, вращая барабан лебедки, протаскивают цилиндр и ерш через трубы. Таким образом, не только отчищают трубы, но и одновременно калибруют живое сечение их путем разрушения контрольным цилиндром твердых выступов, образовавшихся в местах соединения труб вследствие проникновения

в зазор стыка жидкой бетонной массы.

Трос от лебедки можно затянуть в трубу несколькими способами, но наиболее просто это сделать при помощи двух проволок с крючками на концах. Проволоки протягивают с двух концов трубы одновременно и при встрече в трубе сцепляют, а затем проволоку вытаскивают с одной стороны трубы на столько, чтобы наружу вышло место сцепления проволок. Далее к одному концу оставшейся в трубе проволоки привязывают трос тяговой лебедки, а к другому - контрольный цилиндр и один или несколько ершей. К последнему ершу прикрепляют стальной трос диаметром не менее 12мм,служашей для протяжки кабеля.

Для затяжки кабеля в блоки его закрепляют к тросу чулком, накладываемым на оболочку кабеля, или же при помощи зажима. Барабан с кабелем устанавливают у колодца. Прежде чем приступают к протяжке кабеля на трубе блока устанавливают стальную разъемную воронку с раструбом, а на край горловины колодца - желоб, изготовленный из куска трубы или листовой стали. Воронка служит для предохранения кабеля и торцовой части трубы от повреждений при затягивании кабеля в блок: применение желоба предотвращает опасный перегиб кабеля в момент его затягивания в блок.

Кабель следует протягивать в блоки со скоростью, не превышающей 5км/ч и без остановок во избежании воздействия на него больших условий при трогании кабеля с места. До затяжки кабеля в трубу рекомендуется смазывать его тавотом или смазкой УС из расчета 8 - 10 г на 1 м кабеля.

По окончании затяжки кабеля в блок отрезают кабель от барабана с таким расчетом, чтобы выступающий из блока конец кабеля можно было разделать для соединения в муфте.

Если дальнейшая работа по прокладке кабеля в этот день прекращается ,то кабеля в этот день на их концы находящихся в колодце и на барабане напаивают или надевают полиэтиленовые колпачки. Для обеспечения необходимой герметизации кабеля на внутреннюю поверхность полиэтиленового колпачка предварительно наносят слой клея БФ или БМК, а затем колпачок надевают на его конец и закрепляют на его оболочке проволочным бандажом.

# Прокладка кабелей на опорных конструкциях и в лотках

Кабели прокладывают в цепях производственных предприятий, по станам зданий, в туннелях, на кабельных опорах и на специальных перфорированных и сварных лотках.

Опорные кабельные конструкции изготавливают из листовой стали толщиной 2,5 мм в виде стоек с полками, стоек с со скобой, настенных полок и т.д. В стойках и плитах имеются вырезы (окна), а на хвостовиках полок и подвесных скоб фигурные вырезы , которыми полки и скобы крепятся к стойкам и плитам . На полках сделаны овальные вырезы, служащие для крепления кабелей в местах изменения трассы кабельной линии, например, на поворотах или переходах с одной горизонтальной отметки на другую.

Стойки и на стенные плиты крепят к бетонным или кирпичным строительным сооружениям хомутами или непосредственно пристреливают их дюбельными строительно-монтажным пистолетом ПЦ. Для прокладки проводов и небронированных кабелей в сухих помещениях опорными конструкциями служат лотки. По кирпичным и бетонным стенам производственных цехов, машинных залов и аналогичных им помещений лотки прокладывают на высоте не менее 2м. Различные способы установки лотков и прокладки на них кабелей показаны на рисунке.

Лотки заземляют не менее чем в других наиболее удаленных друг от друга местах. Независимо от этого каждое лотковое ответвление заземляется в конце дополнительно. Соединяют лотки между собой так, чтобы они образовали электрически непрерывную цепь.

В одном лотке без устройства разделительных перегородок, но с просветом в 20 мм могут быть проложены все силовые цепи одного агрегата, а также силовые цепи (одного агрегата) нескольких машин, панелей, щитков и т.д. связанных технологическим процессом.

Совместная прокладка в лотках кабелей силовых, осветительных и контрольных цепей с проводами и кабелями других цепей (сигнализации, дистанционного управления)допускаются только при условии отделения каждой из этих цепей стальными разделителями или разделительными обоймами.

Силовые кабели U 6 и 10 кВ можно располагать в лотках только в один ряд и с просветами между кабелями 35 мм. Кабели соединяют в муфтах, устанавливаемых на специальных лотках для соединительных муфт. Кабели должны быть прочно закреплены на прямых участках линии через каждый 0,5 м - при вертикальном расположении лотков и через каждые 3 м - при горизонтальном расположении лотков, а также на углах и в местах соединений.

### Повреждения и ремонт кабельных линий

Повреждения кабеля могут быть вызваны в процессе эксплуатации, к которым относятся: осушение изоляции из- за перемещения или стекания приточного состава; высыхание изоляции кабелей работающих в тяжелых режимах, частично связано с разложением пропиточного состава.

Выход из строя кабельных линий происходит также из-за механических повреждений кабелей при прокладке и перекладке их в процессе эксплуатации, коррозия металлической оболочки, которая возникает главным образом на старых кабелях. При эксплуатации возможны повреждения алюминиевой оболочки кабеля из-за разрыва шланга в процессе монтажа.

Повреждения концевых и соединительных муфт происходит главным образом из-за несоблюдения технологии их монтажа, применения неконденционных комплектирующих материалов и материалов с просроченным сроком годности, а также муфт, не соответствующих сечению и U кабеля.

Свинцовые соединительные муфты повреждаются из- за нехорошей пайки свинцового корпуса к оболочке кабеля, образование пустот при восстановлении изоляции роликами и рулонами, не доливки кабельного состава, отсутствие контроля за температурой заливочных и пропарочных составов, кристаллизации пропиточного состава в процессе эксплуатации.

Повреждение эпоксидных соединительных муфт связаны с наличием пор и свищей, отсутствием герметизации. Повреждение эпоксидных заделок происходит из-за неудовлетворительного обезжиривания, обработки концов найритовых

трубок, герметизации жил, изгибания жил с недопустимым радиусом изгиба.

Основные причины пробоев кабелей (жил) следующие: предшествующие повреждения, прямые механические повреждения, коррозия металлической оболочки, осадка грунта, дефекты прокладки, строение изоляции.

Механические повреждения делятся на прямые, которые приводят к одновременному отказу кабельной линии, и предшествующие, при которых развитие дефекта кабеля до пробоя происходит в течении времени и которые выявляются при испытаниях, а также могут вызвать отказы линии в рабочем режиме.

Ремонтные работы на кабельных линиях осуществляют по плану, разработанному на основании данных осмотра и испытаний, а также анализа общего состояния линии. Неисправности кабельных линий или их трасс, представляющие угрозу безаварийной работы, устраняют незамедлительно, а неисправности, не вызывающие прямой угрозы надежности работы линии,- в плавном порядке.

Раскопку кабельных трасс производят только с разрешения эксплуатирующей организации. При этом обеспечивают надзор за сохранностью кабелей на весь период производства работ, а вскрытые кабели укрепляют для предупреждения провисания и защиты от механических повреждений. На месте работ устанавливают сигнальные огни и предупредительные плакаты. Подлежащую к ремонту кабельную линию отключают и заземляют.

Универсальным способом ремонта кабельной линии является замена кабеля на участке трассы с ее разрытием, прокладкой кабельной вставки и заготовлением муфт.

Концы разомкнутой линии замыкают кабельной вставкой в месте повреждения таким, образом, чтобы при этом было обеспечено правильное соединение одноименных шин между собой. На месте ремонта предварительно проверяют и устанавливают наименование фаз с последующей подготовкой жил .

Ремонт разрушенного броневого покрова производят из такой последовательности: снимают поврежденную часть, после чего обрез брони спаивают с металлической оболочкой кабеля. Металлическую оболочку незащищенную броней, покрывают антикоррозийным составом или выполняют подмотку пластмассовыми лентами.

Характер ремонта металлической оболочки кабеля зависит оттого, проникла ли влага внутрь него или нет. Для этого удаляют часть оболочки с обеих сторон от места его повреждения и проверяют верхний слой поясной изоляции на наличие влаги. Если влаги внутри кабеля нет, на поврежденную часть оболочки накладывают свинцовую трубу соответствующего размера с двумя заливочными отверстиями.

Муфту заполняют кабельным составом. Если внутри кабеля есть влага, поврежденный участок вырезают и вместо него вставляют отрезок кабеля, соответствующий по марке, сечению и длине ремонтируемого. С обоих сторон кабельной вставки

монтируют соединительную муфту.

Как правило, вышедшие из строя заделки вырезают и монтируют новые.

Если длина кабеля имеет достаточный запас, ремонт ограничивается монтажом только концевой заделки. В противном случае кабель наращивают и дополнительно монтируют соединительную муфту. Течь пропиточного состава из концевой эпоксидной заделки возможна в месте окончания корпуса, а также в месте выхода жил из корпуса заделки. Дефекты, связанные с нарушением герметичности заделки, могут возникнуть из-за плохой обработки поверхности найритовых трубок, несоблюдения размеров, указаний по обезжириванию. Течь пропиточного состава в местах окончание корпуса заделки и выхода жил из корпуса устраняют с помощью установки ремонтной формы и заливки ее эпоксидным компаундом (рис) коронирование по поверхности найритовых трубок устраняют подмоткой по трубкам липкой ленты в два слоя.

#### Техника безопасности

При перекатке барабанов с кабелем необходимо принимать меры против захвата выступающими частями одежды рабочих. До начала перекатки имеющихся на барабане выступающие гвозди следует удалить, а концы кабеля надежно закрепить.

Кабель, пустые карабаны, механизмы, приспособления и инструменты размещать непосредственно у бровки и траншей запрещается. Перемещать и располагать механизмы, лебедки, барабаны с кабелем допускается только за пределами призмы обрушения грунта. Расстояние от края траншеи должно быть не менее ее глубины.

Разматывать кабель с барабанов разрешается только при наличии тормозного приспособления. Кабели, прокладываемые горизонтально и вертикально, поднимать с приставных лестниц запрещается. При раскатке кабеля по роликам на поворотах трассы необходимо устанавливать угловые ролики.

При прокладки кабеля внутри помещения через проемы, рабочие должны находиться по обе стороны от проема. Если кабель протягивают через стальные трубы, заложенных в стене, необходимо принимать меры против ранения рук и падения рабочих при случайном захвате кабеля.

Натягивать кабель вручную с приставных лестниц запрещается.

Поднимать его на высоту более 2 м разрешается только с помощью механизмов.

Для освещения рабочих мест колодцах, туннелях необходимо применять переносные лампы U 12 кВ или аккумуляторные фонари.

При работах в колодцах разжигать паяльные лампы, разогревать мастину и припои следует только снаружи.