

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра горных машин и комплексов

Составители
В. М. Ефременко, Е. В. Скребнева

КАБЕЛИ И ПРОВОДА ДЛЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

**Методические материалы к лабораторным работам
по дисциплинам «Электрооборудование
и электроснабжение открытых горных работ»,
«Электроснабжение открытых горных работ»**

Рекомендовано учебно-методической комиссией
специальности 21.05.04 Горное дело
в качестве электронного издания
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2025

Рецензенты:

Ананьев К. А. – доцент, зав. кафедрой горных машин и комплексов

Беляевский Р. В. – доцент, кафедра электроснабжения горных и промышленных предприятий

Ефременко Владимир Михайлович

Скребнева Евгения Владимировна

Кабели и провода для открытых горных работ : методические материалы к лабораторным работам по дисциплинам «**Электрооборудование и электроснабжение открытых горных работ**», «**Электроснабжение открытых горных работ**» для обучающихся специальности 21.05.04 Горное дело, специализации 03 Открытые горные работы, 09 Горные машины и оборудование, 10 Электрификация и автоматизация горного производства / Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева ; кафедра горных машин и комплексов ; составители В. М. Ефременко, Е. В. Скребнева. – Кемерово : КузГТУ, 2025. – 1 файл (871 КБ). – Текст : электронный.

Назначение издания – помощь обучающимся в получении знаний по дисциплине «**Электроснабжение и электрооборудование открытых горных работ**» и организация лабораторной работы.

© Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, 2025

© Ефременко В. М., Скребнева Е. В., составление, 2025

В настоящих методических указаниях приведено описание общей конструкции проводов для воздушных линий карьеров, а также кабелей, используемых для электроснабжения передвижных машин и механизмов на открытых горных работах. Изучение данных материалов позволит получить общее представление о конструкции проводов и кабелей

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель выполнения работы – приобретение студентами знаний и представлений о конструктивных особенностях проводов и кабелей для открытых горных работ, а также области их применения.

Внутреннее распределение электроэнергии на территории разрезов выполняют воздушными (ВЛ) и кабельными (КЛ) линиями, которые подразделяются на стационарные (сооружаются на стационарных опорах и не подлежат перемещению, удлинению или укорачиванию в течение всего срока использования), полустационарные (срок передвижки более двух лет) и передвижные (сооружаются на передвижных опорах и подвержены сравнительно частым перемещениям, удлинению или укорачиванию вслед за подвиганием горных работ).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Выполнение работы предусматривает:

1) краткое изучение устройства проводов и кабелей, область их применения, назначение их составных частей (изучение следует производить последовательно, согласно методическим указаниям и с разъяснениями появившихся вопросов преподавателем);

2) защиту работы, выполняемую индивидуально по вопросам преподавателя (примерный перечень вопросов представлен в конце методических указаний).

1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Герметизированный кабель – кабель, свободное пространство между конструктивными элементами которого заполнено герметизирующим составом с целью препятствия проникновения влаги в кабель и её продольному перемещению.

Жила заземления – вспомогательная жила, предназначенная для соединения не находящихся под рабочим напряжением металли-

ческих частей электроустановок, к которым подключен кабель или провод, с контуром защитного заземления.

Защитный шланг – сплошная выпрессованная трубка из пластмассы или резины, расположенная поверх металлической оболочки, оплетки или брони кабельного изделия и являющаяся защитным покровом или его наружной частью.

Изолированная жила – токопроводящая жила, покрытая изоляцией.

Кабельная броня – часть защитного покрова (или защитный покров) из металлических лент или одного или нескольких повивов металлических проволок, предназначенных для защиты от внешних механических и электрических воздействий и в некоторых случаях для восприятия растягивающих усилий (броня из проволок).

Кабельная оболочка – непрерывная металлическая или неметаллическая трубка, расположенная поверх сердечника и предназначенная для защиты его от влаги и других внешних воздействий.

Кабельное изделие – электрической изделие, предназначенное для передачи по нему электрической энергии, электрических сигналов информации или служащие для изготовления обмоток электрических устройств, отличающееся гибкостью.

Кабельный экран – элемент из электропроводящего немагнитного и (или) магнитного материала либо в виде цилиндрического слоя вокруг токопроводящей или изолированной жилы, группы, пучка, всего сердечника или его части, либо в виде разделительного слоя различной конфигурации.

Контрольная жила – вспомогательная жила, служащая для целей контроля и сигнализации и входящая в состав токопроводящей жилы силового кабеля.

Маркоразмер кабельного изделия – условное буквенно-цифровое обозначения, характеризующее помимо марки основные конструктивные и электрические параметры кабельного изделия: диаметр или сечение токопроводящих жил, число жил (групп), напряжение, волновое сопротивление и др. и достаточное, чтобы отличить данное изделие от другого.

Многопроволочная жила – токопроводящая жила, состоящая из двух и более скрученных проволок или стренг.

Номинальный размер элемента – размер конструктивного элемента кабеля (провода, шнура) без учета допусков, установленные нормативным документом.

Номинальное сечение жилы – площадь поперечного сечения токопроводящей жилы, указываемая в маркореализации кабельного изделия.

Поясная изоляция – изоляция, входящая в состав сердечника и наложенная поверх скрученных или нескрученных изолированных жил.

Расчетная масса кабеля – масса кабеля, подсчитанная исходя из номинальных размеров его элементов.

Расчетное сечение жилы – площадь поперечного сечения токопроводящей жилы, рассчитанная исходя из её номинальных размеров.

Секторная жила – фасонная жила формы сектора (сегмента) с закругленными углами.

Строительная длина – нормированная длина кабельного изделия в одном отрезке.

Тип кабельного изделия – классификационное понятие, характеризующее назначение и основные особенности конструкции кабельного изделия, материал изоляции, токопроводящие жилы и др. и полностью или частично отражаемые в марке кабельного изделия.

Токопроводящая жила – элемент кабельного изделия, предназначенный для прохождения электрического тока.

2. ПРОВОДА И ШНУРЫ СИЛОВЫЕ

Провод – одна неизолированная или изолированная жила, поверх которой может иметься оплетка волокнистыми материалами или проволокой.

Шнур – две или более изолированные гибкие жилы сечением до $1,5 \text{ мм}^2$, поверх которых наложена оболочка и защитные покрытия.

Для стационарных и передвижных ВЛ применяют голые многопроволочные провода марки А (рис. 1), сталеалюминиевые провода марок АС и АСУ (рис. 2) и стальные – ПС и ПМС.

Алюминиевые провода сечением не более 120 мм^2 используют для передвижных линий напряжением 6–10 кВ, сталеалюминиевые провода – для стационарных линий напряжением 6–35 кВ и выше.



Стальные провода применяют для грозозащитных и заземляющих тросов.

Рис. 1. Элементы конструкции провода марки А:

1 – алюминиевая проволока



Рис. 2. Элементы конструкции проводов марки АС:

1 – сердечник из стальных оцинкованных проволок; 2 – внешние повивы профилированных стреловидных проволок из алюминиевого сплава

Для воздушных линий электропередачи на напряжение от 0,66 кВ до 35 кВ в районах с умеренным и холодным климатом в условиях промышленных районов могут использоваться самонесущие изолированные провода СИП (рис. 3).



Рис. 3. Самонесущие изолированные провода:

1 – фазная токопроводящая жила из алюминия, многопроволочные, уплотненная; 2 – нулевая несущая жила из алюминиевого сплава или алюминия, упрочненного стальной проволокой; 3 – изоляция из светостабилизированного сшитого полиэтилена.

Для монтажа электрических цепей напряжением до 1000 В в осветительных и силовых сетях, электрооборудовании, машинах и аппаратах и различных внутренних электроустановок используются провода и шнуры с поливинилхлоридной (ПВХ) изоляцией (рис. 4) и резиновой изоляцией (рис. 5).

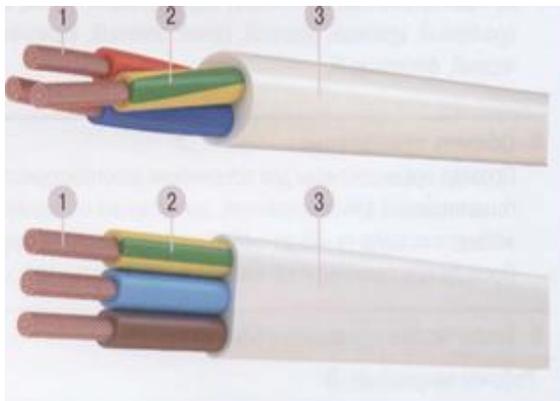


Рис. 4. Элементы конструкции ПВС и ШВВП

1 – медная или медная луженная многопроволочная жила; 2 – изоляция из ПВХ пластика, цвет изоляции: голубой, коричневый, черный, зелено-желтый, белый, красный; 3 – оболочка из ПВХ пластика



Рис. 5. Элементы конструкции АПРТО:

1 – Алюминиевая жила; 2 – изоляция из резины; 3 – Оплетка из хлопчатобумажной пряжи, пропитанная противогнилостным составом, или оплетка из синтетической нити без пропитки

Для подвески проводов применяют стационарные (рис. 6) и передвижные опоры (рис. 7).

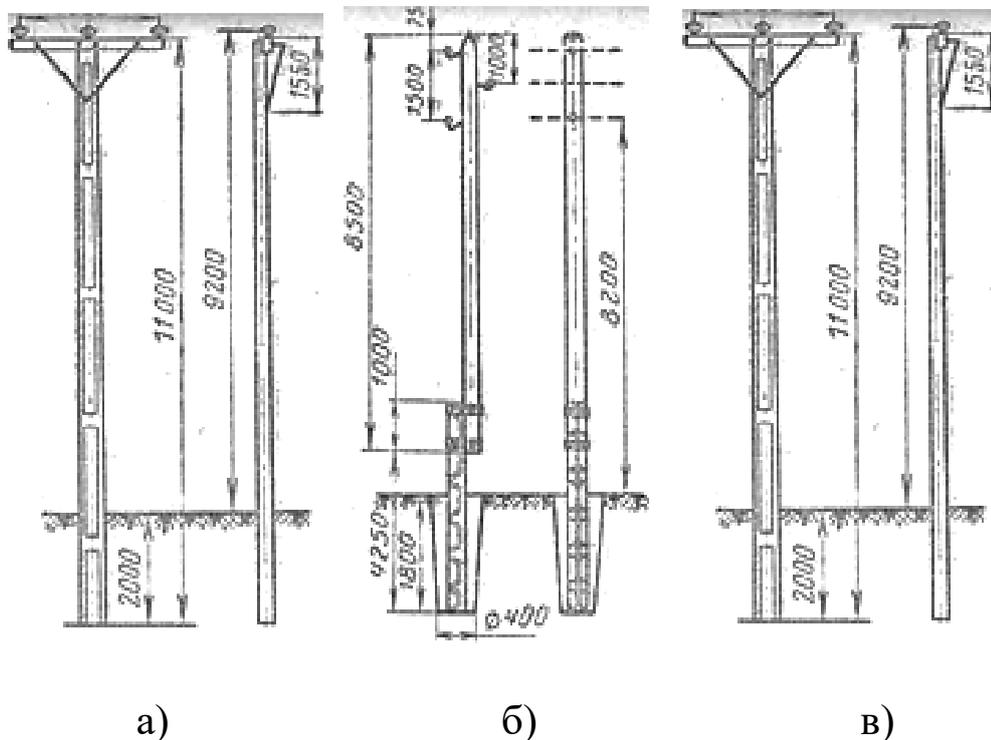


Рис. 6. Стационарные опоры:

а) стальная промежуточная одноцепная свободностоящая опора ВЛ 35 кВ; б) железобетонная промежуточная одностоечная одноцепная опора ВЛ 6–10 кВ со штыревыми изоляторами; в) деревянная промежуточная одностоечная одноцепная опора с железобетонным пасынком ВЛ 6–10 кВ со штыревыми изоляторами

Для стационарных опор используют металл, железобетон и дерево. Широко применяют комбинированные опоры, состоящие из деревянных конструкций, установленных на железобетонных пасынках.

Для передвижных ВЛ применяют деревянные и комбинированные опоры различных конструкций. Различают переносные опоры, основание которых закрепляют в специально пробуренной скважине,

и передвижные опоры, основанием которых может служить железобетонная плита или деревянная конструкция. К достоинствам деревянных опор относится их простота изготовления, малая стоимость и создание дополнительной изоляции относительно земли; недостатки – пожароопасность и небольшой срок службы.

Для экономии материалов и сокращения затрат на сооружение и перемещение ВЛ применяют опоры специальной конструкции (рис. 7) для совместной подвески на траверсах или крюках проводов линии электропередачи 1 напряжением 6–10 кВ, проводов осветительной или силовой линии 2 напряжением до 1000 В. По этим же опорам прокладывают и провода 3 заземляющей сети. Деревянные стойки опор устанавливают на железобетонном основании 4.

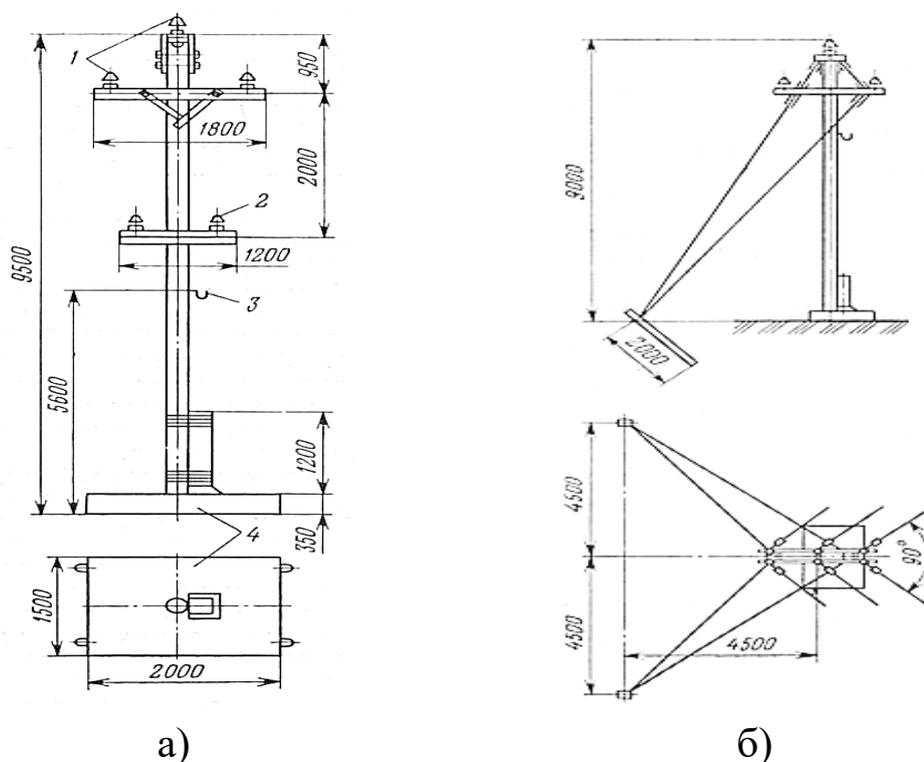


Рис. 7. Передвижные опоры: а – промежуточная; б – угловая

Для секционирования стационарных и передвижных линий применяют разделительные пункты, в виде установленных на опорах, кроме линейных изоляторов, трехполюсных разъединителей с ручным приводом.

Для ВЛ в зависимости от напряжения и назначения могут применяться подвесные и штыревые изоляторы. На ВЛ напряжением ниже 35 кВ провода, как правило, крепятся к штыревым изоляторам (рис. 8). На ВЛ напряжением 35 кВ и выше провода крепятся с помощью гирлянд подвесных изоляторов (рис. 9).

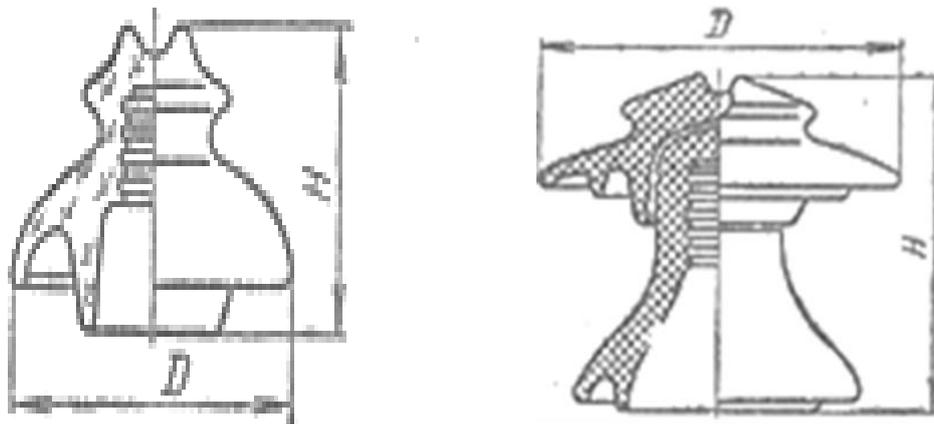


Рис. 8. Изоляторы линейные штыревые на напряжение 6–35 кВ

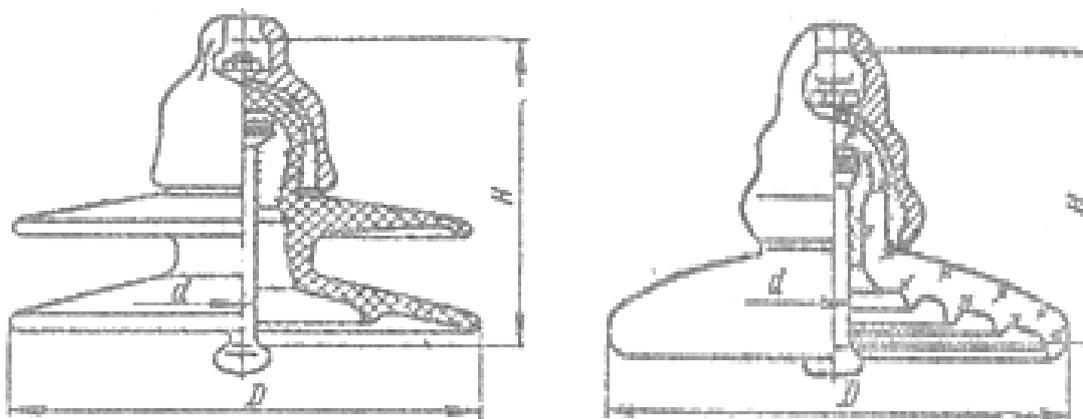


Рис. 9. Изоляторы линейные подвесные

4. КЛАССИФИКАЦИЯ И НАЗНАЧЕНИЕ КАБЕЛЕЙ

Кабель – это одна или несколько изолированных жил, заключенных в оболочку, поверх которой может накладываться защитный покров, содержащий броню.

Кабели делятся на две обширные группы – силовые и слаботочные.

Силовые кабели предназначены для передачи электрической энергии большой мощности на определенные расстояния и распределения ее по территории промышленных предприятий, внутри производственных помещений, цехов и участков. Силовые кабельные линии применяются в тех условиях, когда использование воздушных линий электропередач является невозможным или нецелесообразным (застроенные участки городов, поселков, территория промышленных предприятий, подземные выработки шахт, широкие водные преграды, производственные помещения, передвижные механизмы и др.). Силовые кабели подразделяются на бронированные и гибкие.

Слаботочные кабели предназначены для передачи электрической энергии небольшой мощности на различные расстояния с целью

обеспечения нормальной работы электротехнических устройств, обеспечения управления и связи.

В соответствии с назначением слаботочные кабели подразделяются на контрольные, управления, монтажные, телефонные, радиочастотные и др.

5. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИИ КАБЕЛЕЙ

Основными элементами всех типов кабелей являются токопроводящие жилы, изоляции, экраны, оболочка и наружные покровы. В зависимости от назначения и условий эксплуатации отдельные элементы (экран и наружные покровы) могут отсутствовать.

5.1. Токопроводящие жилы

Основными требованиями, предъявляемыми к материалу жил, являются: высокая электропроводность, хорошая гибкость, малый вес, не дефицитность.

Медная проволока по сравнению с алюминиевой обладает большей электрической проводимостью (удельное электрическое сопротивление в 1,68 раз меньше, чем у алюминиевой); лучшими техническими характеристиками (предел прочности при растяжении приблизительно в два раза выше, чем у алюминиевой); большей способностью к сращиванию (пайка, сварка) и большей эластичностью. Основными достоинствами алюминия являются малая плотность (в 3,3 раза меньше, чем у меди), дешевизна.

Гибкость кабеля в основном определяется количеством проволок в жиле, что определяется классом кабеля.

Кабели 1 и 2-го классов имеют малое количество проволок в жиле, поэтому являются жесткими и применяются для стационарной прокладки.

Кабели 3-6 классов изготавливаются из жил, содержащих большое количество проволок (чем выше класс, тем больше проволок), обладают повышенной гибкостью и применяются для нестационарной прокладки.

Необходимо запомнить и знать сечения жил силовых кабелей, применяемых в горной промышленности, в диапазоне: 1; 1,2; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 16,0; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240 мм².

Токопроводящие жилы по форме могут быть круглыми, секторными и сегментными. Кабели с секторными жилами имеют диаметр

на 20–25 % меньший, чем кабели с круглыми жилами эквивалентного сечения, что позволяет уменьшить расход материалов на изоляцию, оболочку и защитные покровы.

Для уменьшения диаметра кабелей обычно проводят уплотнение многопроволочных жил путем обжима. Многопроволочные жилы кабелей скручивают из отдельных проволок или предварительно скрученных стренг.

В одном кабеле может быть несколько различных по назначению жил, например силовые жилы, жилы для заземления, жилы для управления. В обозначении кабелей отдельно указывается количество жил и их сечение, например, гибкий кабель с медными жилами типа КГЭШ с тремя силовыми жилами 95 мм^2 , одной заземляющей жилой сечением 10 мм^2 и тремя жилами управления сечением $2,5 \text{ мм}$ имеет запись: **КГЭШ 3×95+1×10+3×2,5**.

5.2. Изоляция токоведущих жил

Изоляция жил кабелей должна удовлетворять следующим основным требованиям: обладать высокой электрической прочностью; иметь высокую прочность при разрыве; выдерживать высокие температуры; сохранять эластичность при низких температурах; должна быть негорючей.

В качестве изоляции жил кабелей могут применяться бумага, резина и различные синтетические материалы.

Бумажная изоляция состоит из лент специальной кабельной бумаги, наложенных на жилу методом обмотки и пропитанных маслосодержащим составом. Бумажная изоляция в основном применяется при изготовлении силовых бронированных кабелей.

Применяются различные способы пропитки и пропиточные составы. Для горизонтальной прокладки используются кабели с нормальной пропитанной изоляцией. Эти кабели нельзя применять для вертикальной прокладки, так как в нижней части кабеля образуется большое гидростатическое давление, что приводит к разрыву оболочки кабеля и вытеканию пропиточного состава.

Изоляцию, освобожденную от избытка пропиточного состава, называют обедненной. Она предназначена для кабелей вертикальных и наклонных трасс. Кабели с обедненной пропитанной изоляцией маркируют прописной буквой «В» в конце марки кабеля (например, СБ-В).

Пропиточные составы с содержанием церезина имеют повы-

шенную вязкость и применяются для кабелей, используемых для вертикальной прокладки. Кабели с вязким не стекающим составом маркируют прописной буквой «Ц», стоящей впереди обозначения (например, ЦСК).

Резиновая изоляция изготавливается из натурального или синтетического каучука, вулканизирующих веществ, наполнителей, красителей и других специальных материалов. Резиновая изоляция в основном применяется для изготовления кабелей, к которым предъявляются требования повышенной гибкости. К таким кабелям относятся силовые, гибкие, кабели управления и ряд других.

Поливинилхлоридная изоляция нашла широкое применение в кабельной технике. К ее основным достоинствам относятся: негорючесть, влагостойкость, морозостойкость, маслостойкость, высокая электрическая и механическая прочность.

При непосредственном воздействии пламени поливинилхлорид загорается, но возникшее пламя не распространяется и само гаснет.

Полиэтиленовая изоляция обладает высокими электроизоляционными свойствами. Полиэтилен является влагостойчивым и довольно инертным материалом. Он стоек к действию различных кислот, щелочей и солей.

Горючесть является основным его недостатком, однако за счет введения некоторых компонентов получают самозатухающий полиэтилен (Пс).

5.3. Экраны

Экраны могут применяться отдельно для каждой жилы или являться общими для всех или группы жил.

Назначение экранов в кабелях различное.

Так, в кабелях связи и управления основным назначением экрана является защита линий связи от внешних электромагнитных влияний (помех). Экраны в этих кабелях выполняются в виде оплетки из медной или стальной проволоки или из алюминиевой фольги.

В высоковольтных силовых кабелях экран применяется для выравнивания электрического поля с целью предотвращения пробоя изоляции. Экран может быть выполнен из электропроводящей резины, медной проволоки или алюминиевой фольги.

5.4. Оболочки кабелей

Кабельные оболочки предназначены для защиты изоляции жил

от проникновения влаги и от механических повреждений. К оболочкам предъявляются следующие основные требования: влагонепроницаемость (герметичность), высокая механическая прочность, устойчивость против агрессивной среды.

Оболочки изготавливаются из свинца, алюминия, стали, пластмасс и резины. Лучшим материалом в отношении герметичности является металл.

Свинцовые оболочки. Широкое применение свинцовых оболочек объясняется технологичностью наложения оболочки, влагостойкостью, пластичностью, гибкостью и устойчивостью против действия различных агрессивных сред. Однако свинец имеет большой вес, малую механическую прочность, текучесть и малую вибрационную стойкость.

Алюминиевые оболочки в 2–2,5 раза механически более прочны, более устойчивы к вибрационным нагрузкам и значительно легче, чем свинцовые. Благодаря большой механической прочности алюминия кабели в алюминиевой оболочке могут в ряде случаев применяться небронированными, особенно при использовании гофрированной конструкции. Высокая электропроводность алюминия позволяет использовать алюминиевые оболочки в качестве экрана для защиты кабеля от внешних электрических влияний или в качестве нулевой жилы силовых кабелей. Большим недостатком алюминиевой оболочки является низкая стойкость против коррозии, что вызывает необходимость применения специальных мер защиты.

Стальные оболочки изготавливают путем сварки полос толщиной 0,3–0,5 мм, свернутых в трубку, с последующим гофрированием с целью увеличения радиальной жесткости и гибкости. Кабели со стальными оболочками не нуждаются в бронировании стальными лентами, но требуют тщательной защиты от коррозии покровами из битума и пластмасс.

Поливинилхлоридные оболочки изготавливаются из шлангового пластиката, отличающегося от изоляционного соответствующим подбором пластификатов и стабилизаторов, обеспечивающих стойкость против светового старения. Достаточная механическая прочность пластиката позволяет в ряде случаев применять кабели в оболочке из пластиката без защитных покровов. Пластикат не распространяет горения, стоек к агрессивным средам, влаغو- и маслостоек. Кабели в такой оболочке просты в производстве и удобны в монтаже. Однако эти оболочки обладают некоторой влагопроницаемостью, а

при низких температурах ($-40\dots-60$ °С) оболочки становятся жесткими и при ударе могут разрушаться.

Полиэтиленовые оболочки обладают малой влагопроницаемостью, стойкостью против агрессивных сред, достаточной механической прочностью. При нагревании или под воздействием некоторых сред в оболочке могут образовываться трещины.

Резиновые оболочки обладают высокой механической прочностью против растягивающих, ударных и крутящих нагрузок. Резина эластична, поэтому применяется для кабелей, требующих повышенной гибкости. Для оболочек применяются различные резины, обладающие разнообразными свойствами.

Оболочки из кремнийорганической резины пригодны для работы при температурах до 200 °С, однако уступают по механическим свойствам вышеперечисленным резинам.

5.5. Защитные покровы

Защитные покровы применяются для предохранения кабельных оболочек от механических повреждений и коррозии и состоят из трех основных частей: подушки под броню, броневое покрытие и наружного покрова.

Подушка под броней предохраняет оболочку от повреждения лентами или проволоками брони при обмотке и одновременно защищает оболочку от коррозии. Подушка состоит из последовательно наложенных слоев битума (или битумного состава), лент из битуминизированной бумаги (или пропитанной кабельной бумаги), второго слоя битума и, наконец, пропитанной кабельной пряжи и битумного состава. В состав подушки могут входить один или два слоя синтетической ленты или шланг из поливинилхлорида или полиэтилена.

Броня предназначена для защиты от механических повреждений и воспринимает растягивающие усилия при вертикальной прокладке.

При горизонтальной прокладке кабелей в землю или на воздухе (при отсутствии растягивающих усилий) применяют броню, состоящую из двух стальных лент.

При вертикальной прокладке кабеля (при наличии растягивающих усилий) применяют броню из плоской или круглой проволоки.

Наружный покров предназначен для защиты брони от коррозии и может иметь различную конструкцию.

Наружный покров в нормальном (горючем) исполнении состоит

из следующих последовательно наложенных концентрических слоев: битума, пропитанной кабельной или стеклянной пряжи, битума и покрытия, предохраняющего от слипания.

6. БРОНИРОВАННЫЕ КАБЕЛИ

Стационарные кабельные линии выполняются бронированными кабелями (рис.10). Преимущественное применение получили кабели с алюминиевыми жилами в алюминиевой оболочке, бронированные стальными лентами. Их прокладывают на промплощадке в кабельных траншеях, в зданиях и сооружениях – в специальных каналах в полу или по стенам.

Для бронированных кабелей применяются специальные условные буквенные обозначения элементов, входящих в кабель, по которым можно определить его конструктивные особенности и его область применения.

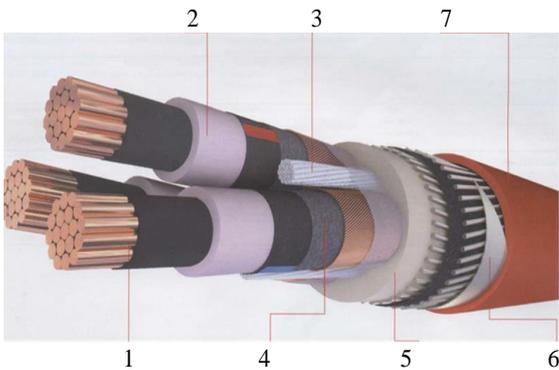


Рис. 10 Бронированный кабель фирмы «Нексанс Рус» для стационарной прокладки: 1 – проводники, медные или алюминиевые; 2 – изоляция из полиэтилена или этиленпропиленового каучука с внутренним и внешним полупроводниковым слоем; 3 – заземляющий проводник; 4 – экраны из спирального слоя проволоки или ленты; 5 – подушка из ПВХ или полиэтилена; 6 – броня из одного (двух) слоев спиральной ленты или круглой (плоской) стальной проволоки; 7 – оболочка из ПВХ или полиэтилена

7. ГИБКИЕ КАБЕЛИ

Силовые гибкие кабели предназначены для присоединения различных передвижных механизмов, которые перемещаются во время работы или передвигаются на новое место через какой-то промежуток времени. Для предохранения кабеля от завала породой, углем или наезда машин его необходимо укладывать на специальные стойки (козлах, салазках). Это требование не распространяется на случае, когда конструкцией передвижных механизмов предусмотрен кабельный барабан. Кабельные линии не должны находиться в воде или на сильно увлажненном грунте, так как поглощение влаги ухудшает их изоляцию.

По конструкции гибкие кабели значительно отличаются от бронированных. Для гибких кабелей применяются токопроводящие жилы не ниже четвертого класса, а в качестве изоляции и оболочек

только резина или пластмасса. В некоторых конструкциях предусматривается экранирование жил. Слабая защита от механических повреждений является одним из крупных их недостатков.

Буква, сочетание букв	Значение буквы или сочетания букв
Б	Броня из двух стальных лент с антикоррозионным защитным покровом
Бн	То же с негорючим защитным покровом
Г	Отсутствие защитных покровов поверх брони или оболочки
л (2л)	В подушке под броней имеется слой (два слоя) из пластмассовых лент
в (п)	В подушке под броней имеется выпрессованный шланг из поливинилхлорида (полиэтилена)
Шв (Шп)	Защитный покров в виде выпрессованного шланга (оболочки) из поливинилхлорида (полиэтилена)
К	Броня из круглых оцинкованных стальных проволок, поверх которых наложен защитный покров
Н	Не поддерживающий горение защитный покров
П	Броня из оцинкованных плоских проволок, поверх которых наложен защитный покров
С	Свинцовая оболочка
О	Отдельные оболочки вокруг каждой фазы
В	Обедненно-пропитанная изоляция (в конце обозначения через дефис)
Ц	Бумажная изоляция, пропитанная нестекающим составом, содержащим церезин
НР	Резиновая изоляция и оболочка из резины, не поддерживающей горение
В	Изоляция или оболочка из поливинилхлорида
П	Изоляция или оболочка из термопластичного полиэтилена
Пс	Изоляция или оболочка из самозатухающего полиэтилена
Бб	Броня из профильной стальной ленты
Пв	Изоляция из вулканизированного полиэтилена

В зависимости от области их применения можно выделить три группы силовых гибких кабелей:

- а) низковольтные общего назначения;
- б) низковольтные для применения в подземных выработках шахт;
- в) высоковольтные для подключения экскаваторов и драг и других высоковольтных потребителей.

Для данных кабелей применяются следующие условные обозначения: К – кабель; Г – гибкий; Э – экскаваторный; п – повышенной гибкости; С – с профилированным сердечником; Н – оболочка из масло-бензостойкой негорючей резины; Т – повышенной теплостойкости.

7.1. Силовые кабели на напряжение 6 В типа КГЭ, КГЭТ, КГЭ-ХЛ, КГЭ-Т

Эти кабели предназначены для присоединения экскаваторов и других высоковольтных передвижных механизмов к сети 6 (10) кВ с изолированной нейтралью в условиях открытых горных работ. Вид климатического исполнения – У, категория замещения 1 при температуре окружающей среды от –50 до +50°С.

Изоляция кабеля КГЭ устойчива к воздействию озона в течение 3 часов. Кабели не распространяют горение.

Кабели предназначены для эксплуатации в сетях, оборудованных аппаратурой автоматического отключения при однофазном коротком замыкании.

КГЭ – кабель гибкий, с резиновой изоляцией, в резиновой оболочке с экранами из электропроводящей резины;

КГЭТ – то же, повышенной теплостойкости;

КГЭ-ХЛ – то же, холодностойкий;

КГЭ-Т – то же, тропический.

Конструкция кабелей пятижильная – три основные, одна заземляющая и одна вспомогательная на напряжение до 380 В. На изоляцию основных жил и на жилу заземляющую наложены экраны из электропроводящей резины. Поверх жил кабеля наложены поясной экран из электропроводящей резины и резиновая оболочка.



Рис. 11. Конструкция кабеля КГЭ: 1 – токопроводящая жила, скрученная из медных проволок; 2 – полупроводящие экраны из электропроводящей резины типа РЭ-2 (РЭМ-1); 3 – изоляция из теплостойкой резины на основе этиленпропиленовых каучуков типа РТЭПИ-1 (резины типа РТИ-1 на основе натурального и бутадиенового каучука); 4 – жила заземления;

5 – вспомогательная жила с изоляцией из резины типа РТЭПИ-1 или РТИ-1 на основе натурального и бутадиенового каучука; 6 – разделительный слой из синтетической плёнки ПЭТ-Э; 7 – внутренняя оболочка из резины на основе изопренового и бутадиенового каучуков; 8 – износостойкая оболочка из резины типа РШ-1 на основе изопренового и бутадиенового каучуков

7.2. Кабель экскаваторный гибкий на напряжение 10 кВ КШВГТ

Кабели марки КШВГТ предназначены для стационарной и передвижной прокладки и присоединения передвижных механизмов к

электрическим сетям на номинальное напряжение 10 кВ переменного тока частотой 50 Гц.

Кабели устойчивы воздействию температуры до 150 °С в течение 1 минуты; соляного тумана, плесневых грибков, атмосферных осадков в виде росы и инея, динамической и статической пыли.

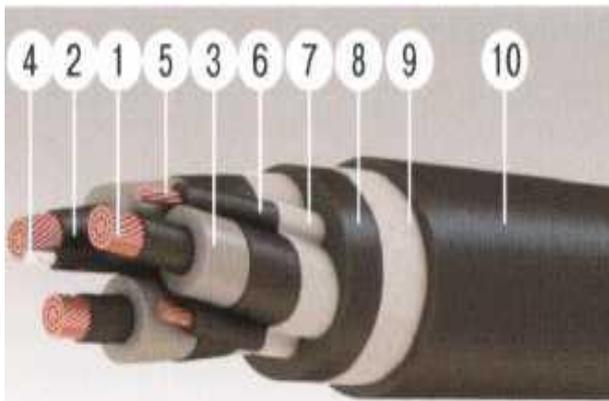
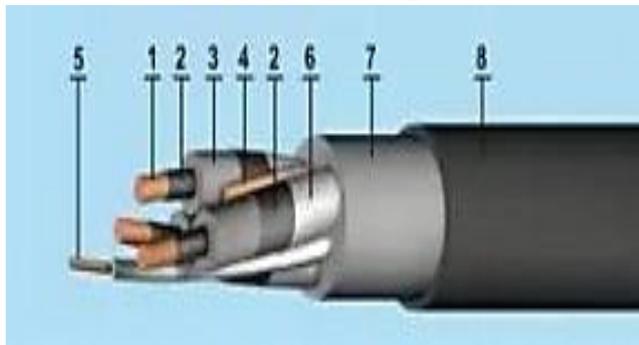


Рис. 12. Кабель КШВГТ на напряжение 10 кВ: 1 – токопроводящая жила, скрученная из медных проволок (класс 5); 2 – экран из электропроводящей резины на основе изопреновых и этиленпропиленовых каучуков; 3 – изоляция из резины на основе этиленпропиленовых каучуков; 4 – сердечник из синтетических нитей в оболочке из электропроводящей резины; 5 – жила заземления, скрученная из медных проволок (класс 5); 6 – оболочка жилы заземления из электропроводящей резины на основе нитрильных каучуков;

7 – разделительный слой из термоскрепленного полотна; 8 – внутренняя оболочка из электропроводящей резины на основе нитрильных каучуков; 9 – разделительный слой из термоскрепленного полотна; 10 – оболочка из резины на основе изопренового и бутадиенового каучуков

7.3. Кабель экскаваторный гибкий КГпЭ

Кабели марки КГпЭ (КГпЭ-ХЛ, КГпЭ-Т) предназначены для присоединения экскаваторов и других передвижных машин или электроустановок к электрическим сетям на номинальное напряжение 6 кВ переменного тока частотой 50 Гц на основных жилах и 380 В на вспомогательной жиле. Преимущественно применяются для экскаваторов



и других передвижных механизмов, оборудованных аппаратурой автоматического отключения при однофазном замыкании на землю.

Рис. 13. Кабель экскаваторный гибкий КГпЭ: 1 – токопроводящая жила, скрученная из медных или медных луженых проволок (класс 5); 2 – экран из электропроводящей резины; 3 – изоляция основных жил из резины на основе натурального каучука в комбинации с бутадиеновым и другими синтетическими каучуками; 4 – жила заземления; 5 – вспомогательная жила с изоляцией из резины; 6 – обмотка синтетической пленкой; 7 – внутренняя оболочка из резины; 8 – наружная оболочка из резины на основе изопренового и бутадиенового каучуков

из электропроводящей резины; 3 – изоляция основных жил из резины на основе натурального каучука в комбинации с бутадиеновым и другими синтетическими каучуками; 4 – жила заземления; 5 – вспомогательная жила с изоляцией из резины; 6 – обмотка синтетической пленкой; 7 – внутренняя оболочка из резины; 8 – наружная оболочка из резины на основе изопренового и бутадиенового каучуков

Предприятием ООО «ОКП «Элка-Кабель» для присоединения передвижных механизмов к электрическим сетям на переменное напряжение 660 и 1000 В или 1000 В постоянного напряжения выпускаются гибкие кабели (рис. 14) с жилами из алюминиевых сплавов (8030 и 8176), которые легированы железом. Ползучесть данных сплавов близка к ползучести меди.



АКГН



АКГН-ХЛ

Рис. 14. Кабели силовые гибкие из алюминиевого сплава: токопроводящая жила из алюминиевого сплава; изоляция этиленпропиленового эластомера; оболочка из маслостойкого, износостойкого, не распространяющего горение (ХЛ – холодостойкого) термоэластопласта.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Изучить назначение и устройство бронированных и гибких кабелей.
2. Изучить стандартные сечения кабелей от 1 до 240 мм.
3. Научиться по буквенным обозначениям определять конструкцию кабеля и сечение его жил.
4. Научиться по образцам определять тип кабеля и его назначение.
5. Уяснить назначение и область применения слаботочных кабелей.
6. Получить навыки выбора типа кабеля по заданным условиям и его сечения по расчетным нагрузкам согласно табл.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете необходимо представить следующее:

1. Рисунки, показывающие конструкцию бронированных и одного из гибких кабелей.
2. Ряд стандартных сечений кабелей.
3. Выполнение задания по выбору типов кабелей и их сечений согласно таблице.
4. Ответы на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Приведите классификацию кабелей, применяемых в промышленности.
2. Назначение и устройство бронированных кабелей.
3. Элементы кабелей и их назначение.
4. Буквенные обозначения бронированных кабелей.
5. Стандартные сечения жил кабелей.
6. Перечислите основные рекомендации, которые необходимо использовать при выборе типа кабеля при следующих условиях:
 - а) стационарная прокладка бронированных кабелей:
 - б) горизонтальная в земле, на поверхности;
 - в) в нормальных помещениях;
 - г) вертикальная прокладка в нормальных условиях;
 - д) при подключении передвижных механизмов:
 - а) в нормальных условиях;
 - б) при подключении высоковольтных потребителей.
7. Назначение экрана в экранированных кабелях.
8. Как произвести выбор сечения кабеля по нагреву?
9. Как правильно написать тип, сечение и длину кабеля на электрической схеме?

Задание на самостоятельную работу

Прокладка кабеля	Напряжение, кВ	Место прокладки	Условия прокладки	Опасность механических повреждений и растягивающих усилий	Эл. приемник или место расположения кабеля	Нагрузка кабеля		Темп. окруж. среды, °С	Тип, кол-во жил и сечение выбранного кабеля
						S(P), кВА (кВт)	I, А		
Стационарная	0,66	на поверх.	горизонт.	есть	эл. двиг.	40	35	+25	
	6,0	на поверх.	вертик.	есть	ствол	200	19	-5	
	6,0	на поверх.	горизонт.	есть	транш.	800	77	+30	
	0,38	на поверх.	горизонт.	есть	эл. двиг.	30	121	-5	
	6,0	на поверх.	горизонт.	есть	экскав.	500	48	-10	