



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 62

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ ПРИ МОНТАЖЕ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 10 КВ

¹Липкович И.Э., ²Егорова И.В., Лобачёва Е.А.

Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г. Зернограде, Россия (347740, г. Зерноград, Ростовская область, ул. Советская ул., 21.), e-mail:

¹lipkovich012@yandex.ru, ²orishenkoirina@mail.ru

В статье рассмотрен монтаж кабельных линий, который представляет собой многооперационный процесс, требующий от персонала высокой квалификации и соблюдения производственной дисциплины, а от инженерно-технических работников осуществления жесткого контроля.

Ключевые слова: безопасность; монтаж; кабельные линии; контроль.

ORGANIZATIONAL BASES OF WORK SAFETY AT INSTALLATION OF CABLE LINES WITH VOLTAGE UP TO 10 KV

¹Lipkovich I.E., ²Egorova I.V., Lobacheva E.A.

Azov-Chernomorsk Engineering Institute, Donskoy State Agrarian University in Zernograd, Russia (347740, Zernograd, Rostov region, ul. Sovetskaya St., 21.), e-mail: ¹lipkovich012@yandex.ru,

²orishenkoirina@mail.ru

The article considers the installation of cable lines, which is a multi-operational process that requires highly qualified personnel and compliance with production discipline, and strict control from engineering and technical workers.

Keywords: safety; installation; cable lines, control.

Согласно СП 76.13330.2016 безаварийная и надежная работа кабельных линий является основой для бесперебойного электроснабжения потребителей электрической энергии [1, 2].

Основа надежного электроснабжения потребителей электроэнергией – это безаварийность и надежность кабельных линий. Бесперебойное электроснабжение потребителей городских сетей и промышленных предприятий зависит от заложенных в проекте новых прогрессивных технологических решений и необходимых марок кабелей, от качественной прокладки кабелей с применением современных средств механизации тщательного монтажа кабельной арматуры, строгого выполнения всех требований при эксплуатации кабельных линий.

Области применения силовых кабелей в зависимости от степени воздействия на них агрессивной и взрыво- или пожароопасной окружающей среды, растягивающих механических

усилий, а также способа прокладки кабельной сети определены «Едиными техническими указаниями по выбору и применению электрических кабелей». В них предусмотрено широкое использование кабелей в алюминиевой или пластмассовой оболочке взамен кабелей в свинцовой оболочке. При этом имеется в виду, что выбор кабелей определяется требованиями ПУЭ и что кабели всех марок могут применяться для питания потребителей всех категорий по степени надежности электроснабжения потребителей.

При невозможности использования кабелей с алюминиевой защитной оболочкой в особых случаях применяют кабели в свинцовой оболочке [2].

Трассу кабельной линии выбирают с учетом наименьшего расхода кабеля и обеспечения его сохранности от повреждений, коррозии, вибрации, перегрева и от повреждений соседних кабелей электрической дугой при возникновении короткого замыкания на одном из кабелей. При этом следует избегать перекрещиваний их, например, между собой и с трубопроводами и выполнять так, чтобы в процессе монтажа и эксплуатации было исключено возникновение в них опасных механических напряжений и повреждений. Для этого кабели укладывают с запасом по длине, достаточным для компенсации возможных смещений почвы и температурных деформаций как самих кабелей, так и конструкций, по которым они проложены. Укладывать запас кабеля в виде колец не допускается.

Кабели, проложенные горизонтально по конструкциям, стенам, перекрытиям и другим местам, жестко закрепляют в конечных точках, непосредственно у концевых заделок, с обеих сторон изгибов как у соединительных, так и стопорных муфт, а проложенные вертикально по конструкциям и стенам закрепляют с таким расчетом, чтобы была предотвращена деформация оболочек и не нарушались соединения жил в муфтах под действием собственной массы кабеля.

По конструкциям небронированные кабели кладут таким образом, чтобы была исключена возможность механического повреждения оболочек кабелей; в местах жесткого крепления оболочки этих кабелей предохраняют от механических и коррозионных повреждений с помощью эластичных прокладок.

На трассе кабельной линии, проложенной в незастроенной местности, устанавливают опознавательные знаки. При этом линии, проложенные по пахотным землям, обозначают знаками, устанавливаемыми не реже чем через 500 м, а также в местах изменения направления трассы. При большем количестве кабелей их следует прокладывать в отдельных траншеях с расстоянием между группами кабелей не менее 0,5 м или в каналах, туннелях, по эстакадам и в галереях [1, 3].

Прокладку кабелей в туннелях, по эстакадам и в галереях выполняют при количестве силовых кабелей, идущих в одном направлении, более 20. В условиях большой стесненности, в местах пересечения с железнодорожными путями и проездами, при вероятности разлива металла кабели прокладывают в блоках.

Внутри зданий кабельные линии прокладывают непосредственно по конструкциям зданий (как открыто, так и в лотках, коробах или трубах), в каналах, блоках, туннелях, трубах, проложенных в полах и перекрытиях, а также по фундаментам машин, в шахтах, кабельных этажах и двойных полах [2].

На кабельных линиях, выполняемых кабелями с нормально пропитанной бумажной изоляцией и кабелями, пропитанными нестекающей массой, кабели соединяют с помощью

стопорно-переходных муфт, если уровень прокладки кабелей с нормально пропитанной изоляцией выше уровня прокладки кабелей, пропитанных нестекающей массой.

На линиях напряжением свыше 1000 В, выполняемых гибкими кабелями с резиновой изоляцией в резиновом шланге, соединения оболочек выполняют горячим вулканизированием с покрытием противосырым лаком.

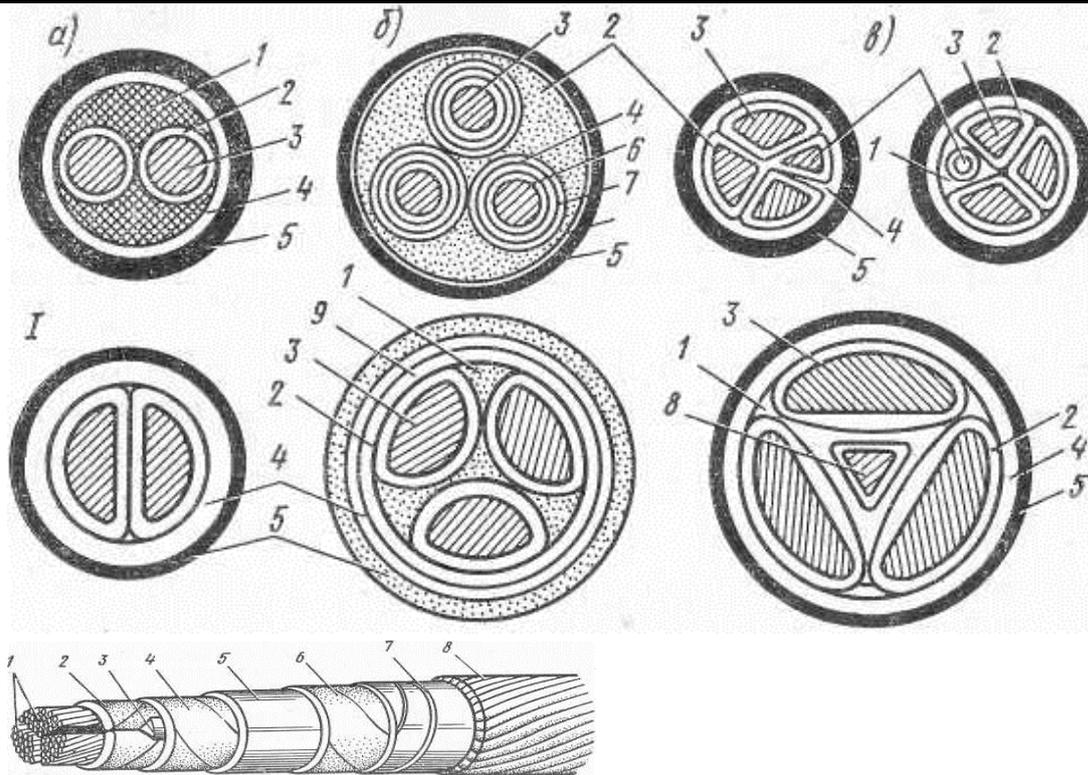
Число соединительных муфт на 1 км вновь строящихся кабельных линий должно быть, не более: для трехжильных кабелей 1 – 10 кВ сечением до $3 \times 95 \text{ мм}^2$ – 4 шт.; для трехжильных кабелей 1 – 10 кВ сечением 3×120 – $3 \times 240 \text{ мм}^2$ – 5 шт [1, 2, 4].

Кабельные линии с металлическими оболочками или броней, а также кабельные конструкции, на которых прокладывают кабельные линии, заземляют или зануляют в соответствии с требованиями, приведенными в ПУЭ. При заземлении или занулении металлических оболочек силовых кабелей оболочку или броню соединяют гибким медным проводом между собой и с корпусами муфт (концевых, соединительных и др.).

Применять заземляющие или нулевые защитные проводники с проводимостью, большей, чем проводимость оболочек кабелей, не требуется, но сечение во всех случаях должно быть не менее 6 мм^2 . Если на опоре конструкции установлены наружная концевая муфта и комплект разрядников, то броню, металлическую оболочку и муфту присоединяют к заземляющему устройству разрядников. Использование в качестве заземляющего устройства только металлических оболочек кабелей в этом случае не допускается [3, 4].

Элементы конструкции силового кабеля и их назначение.

Силовые кабели предназначены для передачи по ним электрической энергии, используемой для питания электроустановок. Они имеют одну или несколько изолированных жил в металлической или неметаллической оболочке, поверх которой в зависимости от условий прокладки или эксплуатации может накладываться защитный покров и в необходимых случаях броня. Они состоят из следующих основных элементов: токопроводящих жил, изоляции, оболочек и защитных покровов. Кроме основных элементов в конструкцию силовых кабелей могут входить экраны, жилы защитного заземления и заполнители (Рисунок 1) [5].



I – сечение силовых кабелей: *а* – двухжильные кабели с круглыми и сегментными жилами; *б* – трехжильные кабели с поясной изоляцией и отдельными оболочками; *в* – четырехжильные кабели с нулевой жилой, круглой, секторной и треугольной формы;

1 – наполнитель; *2* – изоляция жилы; *3* – токопроводящая жила; *4* – оболочка; *5* – наружный защитный покров; *6* – экран на токопроводящей жиле; *7* – бронепокров; *8* – нулевая жила; *9* – поясная изоляция;

II – силовой трехжильный кабель марки ААБ: *1* – токопроводящие жилы; *2, 4* – фазовая и поясная изоляция; *3* – наполнители; *5* – оболочка; *6* – защитный покров оболочки (подушка); *7* – броня из стальных лент; *8* – наружный защитный покров

Рисунок 1– Конструкция силового кабеля

Токопроводящие жилы бывают основными и нулевыми. *Основные жилы* предназначены для передачи по ним электрической энергии. *Нулевые жилы*, предназначены для прохождения разности токов фаз (полюсов) при неравномерной их нагрузке. Они присоединяются к нейтрали источника тока.

Жилы защитного заземления являются вспомогательными жилами кабеля и предназначены для соединения не находящихся под рабочим напряжением металлических частей электроустановки, к которой подключен кабель с контуром защитного заземления источника тока.

Изоляция предназначена для обеспечения необходимой электрической прочности токопроводящих жил кабеля относительно друг друга и заземленной оболочки (земли). Экраны служат для защиты внешних цепей от влияния электромагнитных полей, создаваемых токами, проходящими по кабелю, и для обеспечения симметрии электрического поля вокруг жил кабеля. Заполнители используют для устранения свободных промежутков между конструктивными элементами кабеля с целью герметизации, придания необходимой формы и механической

устойчивости его конструкции. Оболочки защищают внутренние элементы кабеля от увлажнения и других внешних воздействий. Защитные покровы служат для защиты оболочки кабеля от внешних воздействий. В зависимости от конструкции кабеля в защитные покровы входят: подушка, бронепокров и наружный покров [2, 4, 5].

Различным конструкциям кабелей присвоены условные буквенные обозначения – марки. Например, АВВГ – кабель с алюминиевой токопроводящей жилой в поливинилхлоридной оболочке, с такой же изоляцией жил без наружного покрова оболочки; АПВВГ – кабель с алюминиевой токопроводящей жилой, в полиэтиленовой Оболочке, с поливинилхлоридной изоляцией жил, с бронированным покровом из плоских лент, без наружного покрова у брони и т. д [6].

Хранение и подготовка кабелей для прокладки. Хранение кабелей.

Барабаны с кабелем хранят под навесом или в помещениях, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе. Кабели с пластмассовой изоляцией без наружного покрова оберегают от непосредственного воздействия солнечных лучей. Не следует хранить барабаны с кабелем плашмя и в атмосфере с агрессивной средой.

На барабане обозначают марку кабеля, число жил, сечение в квадратных миллиметрах, напряжение в киловольтах, длину в метрах, массу в тоннах, заводской номер барабана, дату изготовления, номер стандарта и завод-изготовитель. Кроме того, на барабане имеется стрелка, указывающая направление, по которому следует перекачивать барабан с кабелем. Конец наружного витка кабеля прикреплен к барабану с внутренней стороны; конец внутреннего витка выведен на наружную часть барабана и заделан деревянным ящиком или металлической коробкой. Оба конца кабеля имеют герметические заделки.

Барабаны с кабелем грузят на транспортные средства и их. сгружают с помощью кранов или автопогрузчиков, а при отсутствии кранов – лебедкой по надежным деревянным покаткам (брусам). Барабан с кабелем вручную или тросом с помощью лебедки в зоне монтажа перемещают только на короткие расстояния, по ровным поверхностям, при условии полной исправности обшивки барабана и если наружный виток кабеля отстоит от края щеки не менее чем на 100 мм.

Кабели с пластмассовой изоляцией как оголенные, так и бронированные при температуре ниже -40°C не перевозят; при температуре от -10 до -40°C разгружают и перевозят осторожно, избегая ударов. При низких отрицательных температурах изоляция и оболочки этих кабелей становятся хрупкими и легко повреждаются [1, 3, 6].

Трассу кабельной линии выбирают так, чтобы расход кабеля был наименьшим. При этом учитывают возможности по защите его от механических повреждений, коррозии (при выборе трассы следует избегать участков с агрессивными грунтами относительно металлических оболочек кабелей), вибрации, от повреждений электрической дугой соседних кабелей в случае короткого замыкания, от перегрева при непосредственном воздействии солнечных лучей и различных тепловых источников. Необходимо избегать перекрещиваний кабелей друг с другом, а также с различными трубопроводами, строго выдерживая допустимые расстояния до сооружений.

Для того чтобы не возникали опасные механические напряжения в кабелях при монтаже

и эксплуатации, их прокладывают «змейкой», как правило, с запасом по длине 1%. Такой запас достаточен для компенсации возможных смещений почвы и температурных деформаций как самих кабелей, так и конструкций, по которым они проложены (например, ферм металлических эстакад). При прокладке по вертикальным и наклонным участкам трассы кабелей с бумажной нормально пропитанной изоляцией ограничивают разность уровней между высшей и низшей их точками для того, чтобы предотвратить стекание пропитывающего состава. Кабели в свинцовой оболочке прокладывают с максимальной разностью уровней 25 м при напряжении 1–3 кВ и 15 м при напряжении 6–10 кВ, а кабели в алюминиевой оболочке с разностью уровней 25 м при напряжении 1–3 кВ, с разностью 20 м при напряжении 6 кВ и с разностью 15 м при напряжении 10 кВ [4, 5].

Если указанную разность уровней выдержать нельзя, кабельные линии секционируют, устанавливая стопорные или эпоксидные соединительные муфты. Кабель с обедненной бумажной изоляцией прокладывают с разностью уровней до 100 м (при наличии общей оболочки для всех жил) и 300 м, если каждая жила заключена в отдельную оболочку.

Для кабелей с бумажной нестекающей пропиткой, с резиновой или с пластмассовой изоляцией разность уровней не ограничивают.

Трассу каждой подземной или подводной кабельной линии наносят на план с указанием ее координат относительно существующих фундаментальных ориентиров или специально установленных знаков, указывающих местонахождение кабельных муфт.

При проходе через наружные и внутренние стены, перегородки, междуэтажные перекрытия, площадки лестничных клеток кабели прокладывают в металлических, асбоцементных и других трубах, внутренний диаметр которых должен быть не менее полутора наружного диаметра кабеля, или через проемы, устроенные в стенах или перекрытиях. При проходах кабелей через сгораемые стены или перекрытия труба должна выступать на 100 мм по обе стороны стены. Кабель можно также заделать бетоном низких марок и шлаковатой в центре трубы, диаметр которой не менее 100 мм. При этом длина выступающих частей по обе стороны стены не лимитируется. Проход через проем в сгораемых стенах и перекрытиях делают размером не менее 150 x 150 мм с таким расчетом, чтобы расстояние между кабелями и сгораемым материалом было не менее 50 мм. Крепление для подвески кабеля при этом предварительно обматывают смоляной лентой [6].

Прокладка кабеля в траншеях.

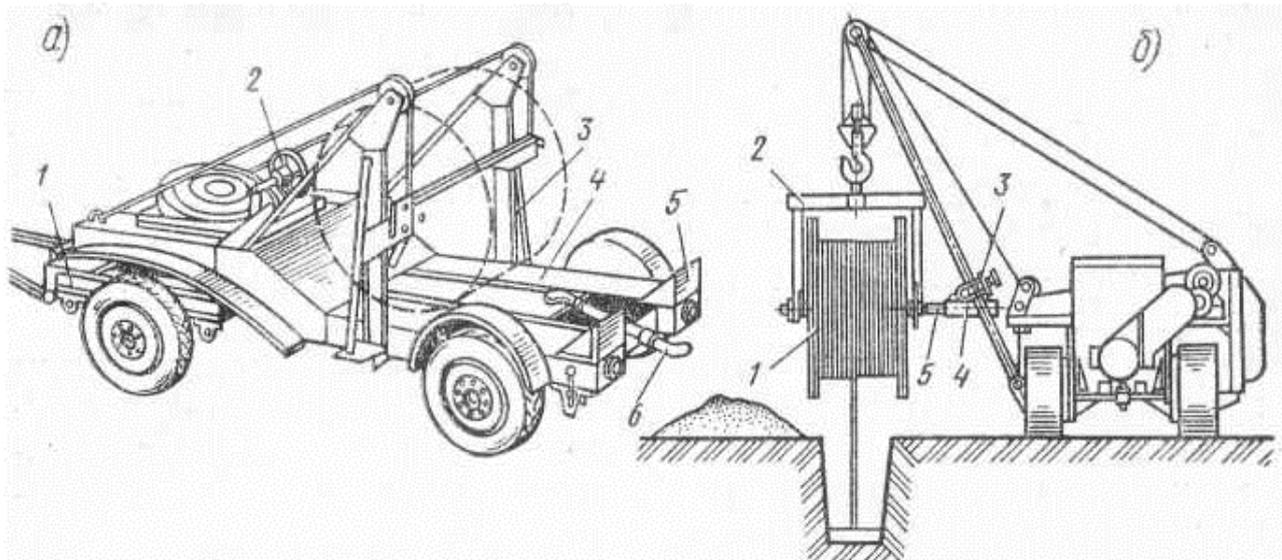
До начала земляных работ по рытью траншеи монтажная организация вместе с представителями эксплуатирующей и строительной организаций обследуют запроектированную для прокладки кабельной линии трассу. При необходимости в проект и смету прокладки кабельной линии проектная организация по согласованию с представителями заказчика вносит необходимые изменения.

Осевую линию траншеи и исходные точки для разбивки наносят на трассе согласно привязкам и ориентирам, указанным в плане. Ширина траншеи определяется количеством и типом прокладываемых кабельных линий, допустимыми расстояниями между ними, а также техническими данными применяемого землеройного механизма. При рытье траншеи в слабых неустойчивых грунтах для предупреждения смещения грунтов, образования каверн и присадок ставят крепления. В земле прокладывают бронированные и специальные кабели с

пластмассовой оболочкой, например кабель марки ААШв. Траншеи роют по возможности прямолинейными. На всех поворотах, пересечениях и других местах трассы размеры траншеи по глубине и ширине делают такими, чтобы можно было проложить кабель с допустимым радиусом закругления и выдержать необходимые расстояния между прокладываемым кабелем и другими сооружениями в местах сближения и пересечения. Дно траншеи выравнивают, удаляют воду, очищают от мусора и подсыпают землю (слоем не менее 100 мм), не содержащую камней, строительного мусора и шлака [1, 3, 6].

В готовой траншее кабель прокладывают, раскатывая его с барабана, установленного на кабельном транспортере, автомобиле или трубоукладчике (Рисунок 2), которые перемещаются вдоль траншеи. При этом принимают сматываемый кабель и укладывают его на дно. На трассах с большим количеством пересечений с инженерными сооружениями кабель раскатывают лебедкой по роликам, а барабаны с кабелем устанавливают на раскаточные домкраты в конце трассы. На другом конце трассы устанавливают лебедку, а вдоль трассы – раскаточные ролики.

Сразу после прокладки кабель засыпают слоем мелкой земли (100 мм), утрамбовывают, потом укладывают красный кирпич или железобетонные плитки толщиной 50 мм и траншею засыпают. Кабели, расположенные на глубине 1 – 1,2 м, можно не защищать от механических повреждений, а для кабелей напряжением до 1000 В защиту устраивают только в местах вероятных механических повреждений. При параллельной прокладке в одной траншее нескольких кабелей расстояние между ними (в свету) должно быть не менее 100 мм. Там, где не представляется возможным устраивать переходы через дороги и другие инженерные сооружения в открытых траншеях, переходы выполняют с помощью горизонтального прокола или бурения грунта винтовыми или гидравлическими домкратами различных конструкций, устанавливаемыми в котлованах в начальной точке прокола или бурения грунта [4, 7].



*а – кабельный транспортер: 1 – передняя тележка; 2 – ручной тормоз;
3 – стойка; 4 – платформа; 5 – откидной трап; 6 – консоль;
б – трубоукладчик: 1 – барабан с кабелем; 2 – такелажная траверса; 3 – зажим;
4 – втулка-удлинитель; 5 – ось траверсы*

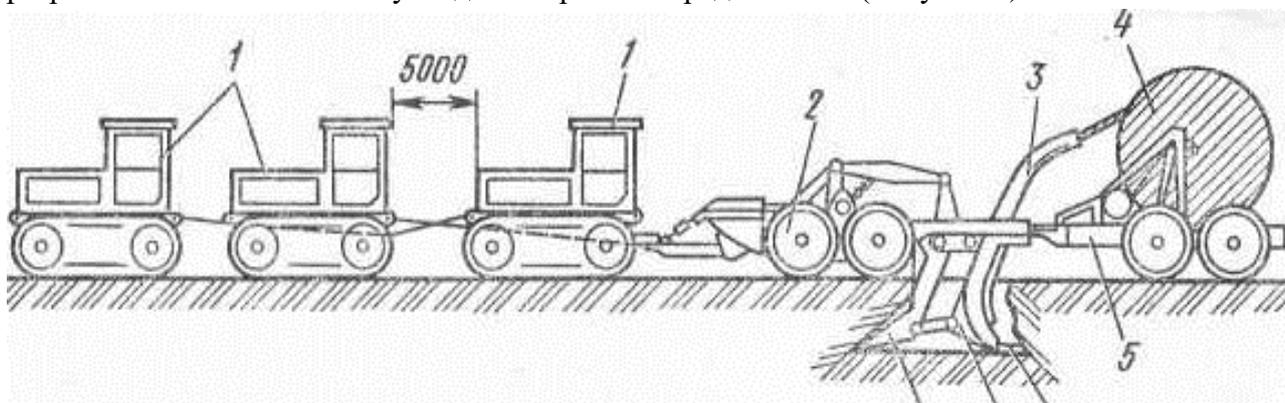
Рисунок 2 – Механизмы для укладки кабеля в траншеи

Для ввода кабеля, выходящего из траншеи в здание, в стене заранее закладывают отрезки стальных или чугунных труб, размещенных на расстоянии друг от друга (в свету) при горизонтальном расположении не менее 100 мм и при вертикальном не менее 250 мм. Трубы берут с внутренним диаметром, равным 1,5–2 наружным диаметрам кабеля. При таком диаметре труб кабель легко протягивается, и в случае необходимости его легко сменить. Кабель вводят в здание с запасом по длине 1,5–2 м на случай, если потребуется замена концевых муфт. Чтобы в здание по трубам не проникала вода, в местах ввода кабеля выкапывают небольшой котлован – «прямик» и с наружной стороны накладывают гидроизоляцию [2, 4, 6].

Бестраншейная прокладка кабеля в земле.

Бестраншейную прокладку силового бронированного кабеля в свинцовой или алюминиевой оболочке до 10 кВ производят со специальных самоходных или передвигаемых тяговыми механизмами кабелеукладчиков. Она применяется на участках кабельных трасс, удаленных от подземных инженерных сооружений [3].

Работа кабелеукладчика основана на принципе расклинивания грунта и образования в нем щели шириной 100 мм и глубиной до 1,2 м от уровня поверхности земли. В образовавшуюся щель по мере продвижения кабелеукладчика через прикрепленную к ножу кассету укладывают кабель, сматываемый с барабана, установленного на кабелеукладчике или на кабельном транспортере. При этом устройство «постели», присыпка кабеля землей и механическая защита кабеля не требуются. Засыпка кабеля производится грунтом, разрываемым ножом кабелеукладчика при его передвижении (Рисунок 3).



1 – трактор; 2 – кабелеукладчик; 3 – входной лоток кассеты;
4 – барабан с кабелем; 5 – кабельный транспортер; 6 – кабель;
7 – кассета для кабеля; 8 – нож

Рисунок 3 – Бестраншейная прокладка кабеля

При прокладке кабеля мерной планкой заглубление его в грунт контролируют через каждые 20–50 м. Если глубина заложения кабеля недостаточна, то прокладку приостанавливают и продолжают только после устранения причин, вызвавших отклонение от нормы. Отклонение глубины заложения кабеля от проектной допускается в пределах 50 мм.

При прокладке учитывают строительную длину кабелей на барабанах, чтобы соединительные муфты находились в местах, удобных для монтажа и эксплуатации, и не

оказались в заболоченных местах, оврагах и т. п. Перед окончанием размотки кабеля с одного барабана конец его внахлест скрепляется с концом кабеля другого барабана [4. 6].

Прокладка кабелей внутри зданий.

Внутри помещений прокладывают только бронированные кабели без наружного горючего покрова и небронированные кабели с негорючей оболочкой. В помещениях с агрессивной средой применяют кабели в оболочках, стойких к воздействию этой среды. Кабели внутри зданий, в том числе и в производственных помещениях, прокладывают непосредственно по стенам, потолкам, балкам, фермам и другим строительным конструкциям или по предварительно установленным на опорных поверхностях кабельным конструкциям или лоткам. Во всех случаях кабели должны быть доступны для осмотра и ремонта при эксплуатации [7].

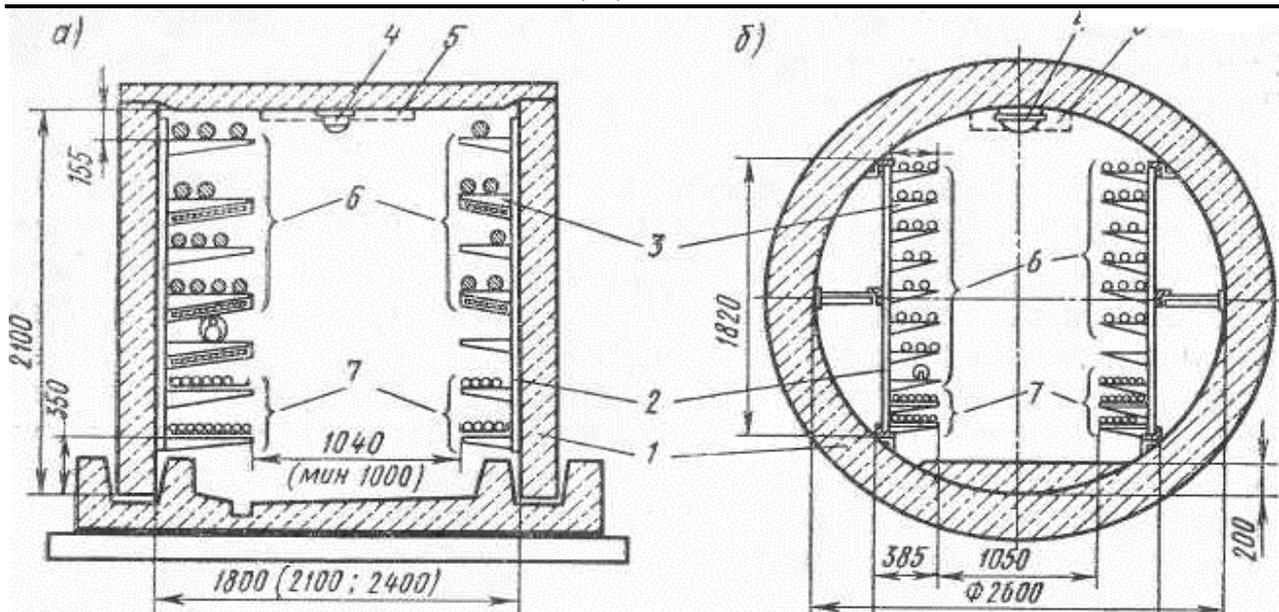
В сетях напряжением до 1000 В применяют прокладку кабеля на тросах как внутри помещений, так и снаружи. В помещениях тросы крепят к колоннам вдоль или поперек здания, а также между стенами. Вне помещений трос обычно натягивают между стенами зданий. В качестве несущего троса применяют стальные канаты, горячекатаную круглую сталь. Расстояние между анкерными креплениями несущего троса принимают не более 100 м, а между промежуточными креплениями от 12 до 30 м в зависимости от количества и сечения жил подвешиваемых кабелей. Расстояние между креплениями кабеля к несущему тросу устанавливают 0,8–1 м.

Раскатку, подъем и укладку кабелей в подвешенные к тросу кабельные конструкции выполняют с применением механизмов и приспособлений.

Прокладка кабеля в туннелях.

Для прокладки кабеля используют туннели круглого сечения с внутренним диаметром 2,6 м и туннели прямоугольного сечения иногда сдвоенного типа (Рисунок 4). Для прокладки в туннелях применяют кабели с негорючими оболочками и защитными покровами [2, 3].

Контрольные кабели размещают только над или только под силовыми кабелями и отделяют их горизонтальной перегородкой. Допускается прокладывать контрольные кабели рядом с силовыми кабелями с напряжением до 1000 В.



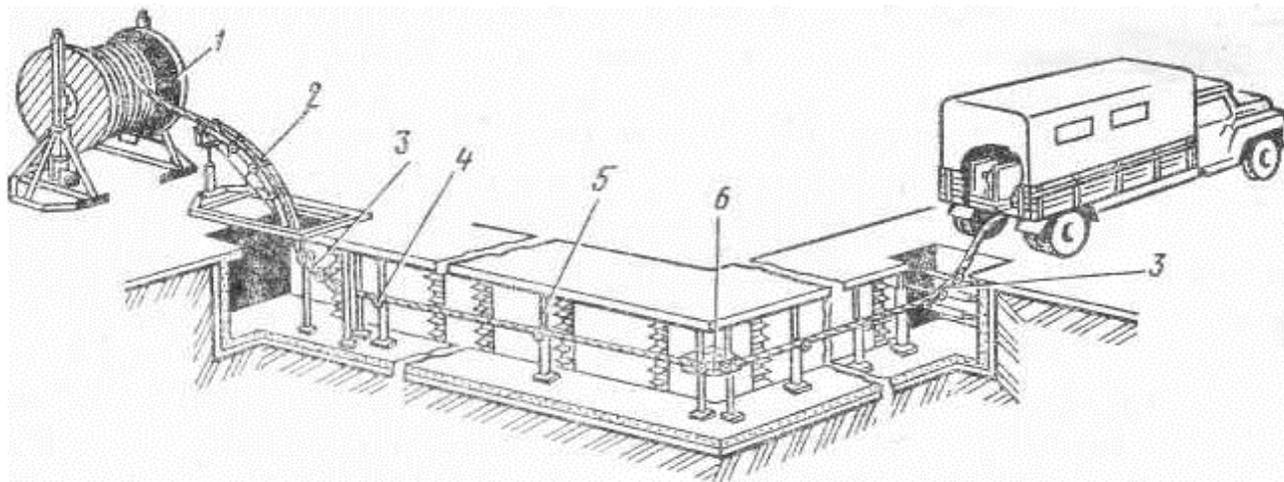
*а – туннель прямоугольного сечения; б – туннель круглого сечения;
1 – блок туннеля; 2 – стойка; 3 – полка; 4 – светильник; 5 – зона
пожароизвещателей и трубопроводов механизированной уборки;
6 – силовые кабели; 7 – контрольные кабели*

Рисунок 4 – Раскладка кабеля

Силовые кабели напряжением до 1000 В прокладывают над кабелями напряжением свыше 1000 В и отделяют их горизонтальной несгораемой перегородкой. Различные группы кабелей, а именно: рабочие и резервные напряжением свыше 1000 В, прокладывают на разных горизонтальных уровнях с отделением их перегородками.

Если кабель подлежит частичной прокладке в туннеле и частичной – в земле, то в таких случаях применяют кабель с наружным покровом. Сгораемый покров удаляется только на участке трассы внутри туннеля до места выхода из него, заподлицо с заделкой трубы или проема. Применение в кабельных туннелях небронированных кабелей с полиэтиленовой оболочкой по условиям пожарной безопасности запрещается.

Количество кабелей, укладываемых на полках и лотках, определяется их типом и размером, а также диаметром и массой укладываемых кабелей. Прокладку кабелей в туннелях выполняют механизированным способом с применением тех или иных механизмов и приспособлений (Рисунок 5). В ряде случаев в качестве тянущего устройства применяют специальный электропривод [1, 6, 7].



1 – барабан; 2 – верхнее обводное устройство; 3 – нижнее обводное устройство; 4 – линейный ролик; 5 – распорная стойка; 6 – угловой ролик

Рисунок 5 – Прокладка кабеля в туннеле тяжением

Для раскатки кабеля на прямых участках трассы устанавливают линейные ролики на расстоянии от 3 до 7 м друг от друга в зависимости от массы кабеля и условий прокладки, а на поворотах трассы – угловые ролики. Линейные и угловые ролики закрепляют так, чтобы при протяжке кабеля они не смещались. Ролики должны быть такой конструкции, которая позволяет легко снять раскатанный кабель и переложить его на отведенное место в траншее без демонтажа самого ролика. Радиус кривой угловых роликов должен быть не меньше радиуса изгиба, допустимого для прокладываемого кабеля [2, 4].

Канат лебедки разматывают по роликам вдоль траншеи и закрепляют к нему конец раскатываемого кабеля. Канат крепят к кабелям напряжением до 35 кВ за жилы или проволочным чулком. При креплении к жилам торец оболочки кабеля подбивают вокруг жилы и обматывают их смоляной лентой для предотвращения попадания влаги.

Усилия тяжения кабеля напряжением 10 кВ и выше рекомендуется контролировать с помощью динамометра или другого контрольного устройства, устанавливаемого на лебедке. Когда усилие тяжения достигает установленного предельного значения, контрольное устройство должно автоматически отцепить кабель от лебедки.

Необходимые усилия тяжения кабеля, допустимые усилия тяжения, а также диаметр стального каната приводятся в специальной нормативной литературе. В общем случае при тяжении кабеля на прямых участках по роликам, когда не исключено скольжение кабеля по земле между роликами, усилие $P=0,35 q$, где q – масса прокладываемого кабеля [5, 7].

Прокладка кабелей в блоках.

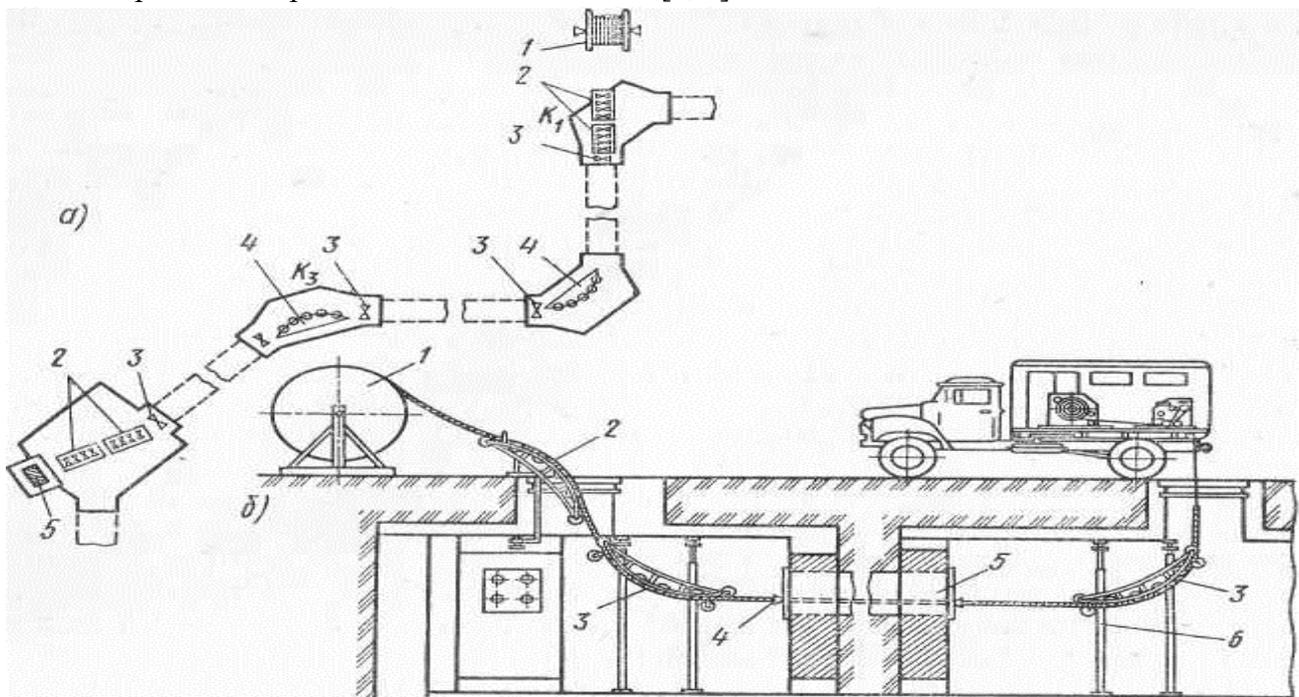
Для сооружения блоков применяют двух- и трехканальные железобетонные панели, предназначенные для прокладки в сухих, влажных и насыщенных водой грунтах; асбоцементные трубы для защиты кабелей от блуждающих токов; керамические трубы для защиты кабелей в агрессивных и насыщенных водой грунтах.

В местах изменения направления трассы или глубины заложения блоков, а также на прямолинейных участках большой длины делают кабельные колодцы. Расстояния между

соседними колодцами принимают максимальными с учетом строительных длин кабелей, усилий тяжения и условий прокладки. Габариты кабельных колодцев обеспечивают нормальные условия протяжки кабелей с максимальным сечением $3 \times 240 \text{ мм}^2$ с радиусом изгиба кабеля $R=25 d$ [1, 6, 8].

Для прокладки в блочной канализации применяют кабели с незащищенной свинцовой оболочкой марки СГ и АСГ, а также кабели с незащищенной пластмассовой оболочкой марок ВВГ, АПВГ, АВВГ, АПсВГ и АПвВГ. На участках блоков длиной до 50 м допускается прокладка бронированных кабелей в свинцовой или алюминиевой оболочке без наружного покрова из кабельной пряжи с покраской брони для защиты от коррозии битумным лаком.

На Рисунке 6 показаны схема расстановки механизмов и приспособлений для механизированной прокладки и ее выполнение [2, 9].



а – схема расстановки механизмов и приспособлений для прокладки кабелей в блоках:

1 – барабан с кабелем; 2 – угловые ролики во входном и выходном колодцах;

3 – линейные ролики; 4 – угловые ролики в промежуточных колодцах; 5 – тяговая лебедка;

К₁– К₃– колодцы блочной канализации; б – схема выполнения прокладки: 1 – барабан с

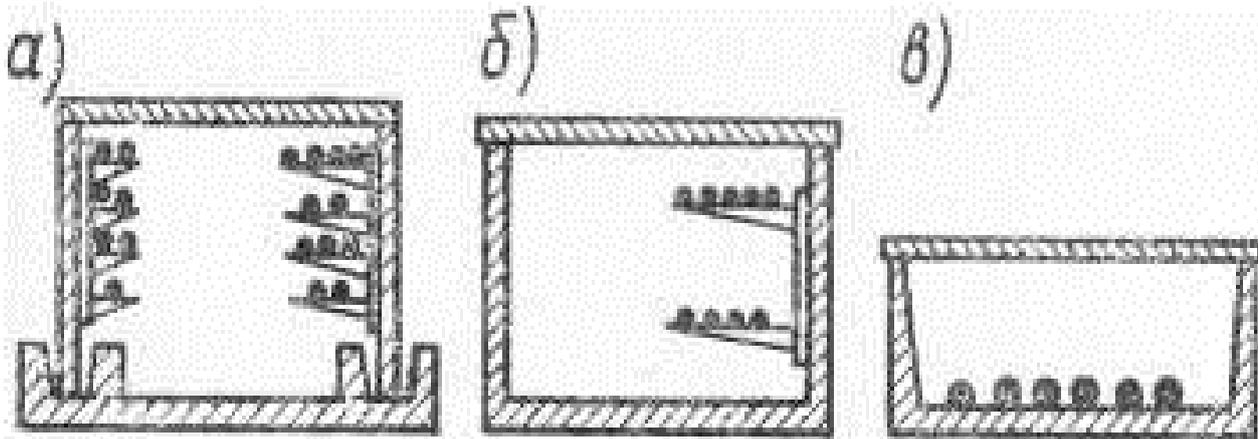
кабелем; 2 – верхние направляющие ролики; 3 – нижние направляющие ролики; 4 – воронка; 5 – блок; 6 – распорная стойка

Рисунок 6 – Механизированная прокладка кабеля в блоках

Прокладка кабелей в каналах.

Каналы выполняются как внутри, так и вне зданий. В зависимости от количества прокладываемых кабелей, их назначения, напряжения и мощности кабелей применяют различные типы каналов и способы укладки в них кабелей (Рисунок 7). Кабели в каналах укладывают как непосредственно по дну канала, так и на кабельных конструкциях, установленных по стенкам каналов. При этом по дну канала кабели укладывают только в каналах глубиной не более 0,9 м. Укладку осуществляют с применением раскаточных роликов и тянущих электроприводов. Вне зданий каналы поверх съемных плит засыпают слоем земли.

На территории, доступной только для обслуживающего персонала, засыпка не обязательна. Каналы в распределительных устройствах и производственных помещениях перекрывают съемными несгораемыми плитами, в электромашинных помещениях – рифлеными железными плитами, в помещениях щитов управления с паркетными полами, в каналах которых проложены только контрольные кабели, – деревянными щитами с паркетом или деревянными плитами. Не следует засыпать песком каналы, в которых проложены силовые кабели [4, 6, 10].



*а – из железобетонных плит с расположением кабелей на полках;
б – лоткового типа с расположением кабелей на полках;
в – лоткового типа с кабелей на дне канала*

Рисунок 7 – Сборные железобетонные каналы и расположение в них кабелей

Для повышения производительности труда и улучшения качества работ кабельные линии небольшой протяженности выполняют по предварительным замерам трассы их прокладки с учетом монтажа концевых заделок или муфт, а также соединительных муфт в мастерских [3].

Монтаж кабельных концевых заделок и концевых соединительных и осветительных муфт.

При монтаже кабельных линий наиболее сложной и ответственной работой является соединение и ответвление кабелей и разделка их концов для присоединения к аппаратам, электродвигателям и другим электротехническим устройствам. Эта работа выполняется в строгом соответствии с требованиями технической документации и монтажными инструкциями организаций, монтирующих и эксплуатирующих кабельные линии.

Под кабельной концевой заделкой понимают устройство, предназначенное для присоединения кабеля к электроаппаратам внутренней установки. Они не имеют специального защитного корпуса [3. 6].

Кабельная концевая муфта – это устройство, предназначенное для присоединения кабелей к электроаппаратам наружной или внутренней установки или воздушным линиям электропередачи [3].

Надежность муфт и заделок зависит от тщательного выполнения их монтажа и соблюдения технологии, указанной монтажными инструкциями. Попадание влаги или грязи в муфту или заделку резко ухудшает электрическую прочность и приводит к выходу из строя кабеля при его испытаниях после монтажа или во время эксплуатации. Поэтому работы по

монтажу муфт и заделок выполняются чистыми руками и инструментом, без перерыва в работе до полного их окончания. Корпус муфты перед началом работы также тщательно очищают с обеих сторон и протирают тряпками, смоченными в бензине.

Монтажу концевых заделок, соединительных и концевых муфт предшествует разделка концов кабеля. С концов кабеля, которые подлежат оконцеванию или соединению, последовательно удаляют защитный покров, броню, оболочку, бумажную поясную изоляцию и изоляцию жил. В результате образуется ступенчатая разделка кабеля (см. рисунок 1), размеры отдельных ступеней которой определяются в зависимости от напряжения кабеля, типа и размера концевой заделки и муфты.

В настоящее время для заделки кабелей широко применяют эпоксидные концевые муфты с трубками из найритовой резины, резиновые перчатки, а также эпоксидные концевые муфты специальной конструкции, предназначенные для наружной установки. Например, эпоксидную концевую заделку с трубками из найритовой резины применяют для кабелей с бумажной изоляцией на напряжение до 10 кВ в сухих, влажных, с проводящей пылью, с химически активной средой (кроме взрывоопасных) помещениях во всех районах России, кроме субтропиков [2, 7].

Свинцовые соединительные муфты изготовляют из свинцовых труб диаметром от 60 до 110 мм и длиной от 450 до 650 мм в зависимости от сечения и напряжения кабелей. Разделку концов производят так же, как и при монтаже эпоксидных соединительных муфт. Затем на кабель надевают свинцовую муфту и соединяют жилы кабелей термитной сваркой или другим способом, место пайки или сварки очищают и промывают кабельной массой МП-1, нагретой до 120–130° С. После этого подмоткой восстанавливают заводскую изоляцию жил кабеля кабельной бумагой, пропитанной маслом [1, 4, 11].

Рулоны и ролики кабельной бумаги вместе с нитками поступают на монтаж в жестяных запаянных банках, заполненных кабельной массой МП-1. В зависимости от количества и размеров бумажных рулонов и роликов эти комплекты в банках различают по номерам. Бумажную изоляцию плотно укладывают, не допуская образования между слоями бумаги пузырьков воздуха. После этого жилы кабеля вторично прошпаривают кабельной массой МП-1, надвигают на место соединения свинцовую муфту, концы ее околачивают и припаивают к оболочке кабеля. Для заливки муфты кабельной массой в муфте на расстоянии 260–350 мм друг от друга вырезают два отверстия: одно – для введения в муфту кабельной массы, другое – для выхода из нее воздуха.

Перед заливкой кабельную массу нагревают и заливают в предварительно подогретую муфту. После охлаждения и усадки кабельной массы ее подливают до полного заполнения муфты, после чего заливочные отверстия запаивают. Свинцовую муфту в целях защиты от повреждений заключают в стальной или чугунный кожух.

Для соединения кабелей напряжением до 1 кВ применяют чугунные, а для соединения кабелей с пластмассовой изоляцией эпоксидные муфты. После окончания монтажа проводятся необходимые испытания, подтверждающие высокое качество монтажных работ [6].

Анализируя работу по монтажу кабельных линий, можно с уверенностью сказать, что это многооперационный процесс, требующий от персонала высокой квалификации и соблюдения производственной дисциплины, а от инженерно-технических работников осуществления жесткого контроля. Кроме того, большая часть операций, проводимые вне

предприятия и вдали от населенных пунктов, требует от работников знания приемов оказания первой помощи и неукоснительного выполнения требований охраны труда.

Список литературы

1. Костин В. Н. Монтаж и эксплуатация оборудования систем электроснабжения: Учеб. пособие. - СПб.: СЗТУ, 2004 - 184 с
2. Липкович И.Э. Персонал электроустановок АПК / Липкович И.Э., Егорова И.В., Пятикопов С.М. // АгроЭкоИнфо. 2018. № 1 (31). С. 38.
3. Пантелеев Е. Г. Монтаж и ремонт кабельных линий: Справочник электромонтажника / Под ред. А. Д. Смирнова и др. -2-е изд., перераб. и доп. -М.: Энергоатомиздат, 1990. - 288с.
4. Особенности организации надзорной деятельности за безопасной эксплуатацией тепло и электроустановок на предприятии АПК / Пикалов А.В., Жолобова М.В., Липкович И.Э., Егорова И.В., Петренко Н.В // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 162. С. 187-200.
5. Акимова Н.А., Котеленц Н.Ф., Сентюрихин Н.И. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. Учебное пособие для студентов учреждений среднего проф. образования. - М.: Мастерство, 2002. -296 с.
6. Основы безопасности при монтаже электропроводок во взрывоопасной среде / Липкович И.Э., Украинцев М.М., Егорова И.В., Петренко Н.В, Головинов В.В // АгроЭкоИнфо. 2022. № 3 (51).
7. Организационные основы безопасности при ремонте электрических двигателей в условиях предприятия АПК / Липкович И.Э., Украинцев М.М., Егорова И.В., Петренко Н.В // АгроЭкоИнфо. 2022. № 3 (51).
8. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2001. -192 с.
9. Охрана труда. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. - М.: ИНФРА-М, 2003. 263 с.
10. Правила устройства электроустановок. Передача электроэнергии. 7-е изд. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. -160 с.
11. Сибикин Ю.Д. Справочник по эксплуатации электроустановок промышленных предприятий. 5-е изд. - М.: Высшая школа, 2002. -248 с.

References

1. Kostin V. N. Montage and exploitation of equipment of systems electrosupply: Ucheb. allowance. - SPb.: NWTU, 2004 – p. 184
2. Lipkovich I.E. Personnel of electrical installations APK / Lipkovich I.E., Egorova I.V., Pyatikopov S.M. // AgroEcoInfo. 2018. No 1 (31). pp. 38.
3. Panteleev E. G. Montage and repair of cable lines: Handbook of electrical installation / Ed. A. D. Smirnova i dr. -2-e izd., pererab. i dop. -M.: Energoatomizdat, 1990. -p. 288
4. Features of the organization of supervisory activities for the safe operation of heat and electrical installations at the enterprise of the agro-industrial complex / Pikalov A.V., Zholobova M.V., Lipkovich I.E., Egorova I.V., Petrenko N.V // Politematic network electronic scientific journal

- of the Kuban State Agrarian University. 2020. No 162. pp. 187-200.
5. Akimova N.A., Kotelets N.F., Sentyurikhin N.I. Installation, technical operation and repair of electrical and electromechanical equipment. Textbook for students of institutions of secondary vocational education. - М.: Mastery, 2002. -p.296
 6. Basics of safety in the installation of electrical wiring in an explosive environment / Lipkovich I.E., Ukraintsev M.M., Egorova I.V., Petrenko N.V., Golovinov V.V // AgroEcoInfo. 2022. № 3 (51).
 7. Organizational foundations of safety in the repair of electric motors in the conditions of the enterprise APK / Lipkovich I.E., Ukraintsev M.M., Egorova I.V., Petrenko N.V. / AgroEcoInfo. 2022. № 3 (51).
 8. Intersectoral rules on labor protection (safety rules) in the operation of electrical installations. - М.: Izd-vo NC ENAS, 2001. -p.192.
 9. Labor protection. Rules for the technical operation of electrical installations of consumers. - М.: INFRA-M, 2003. p. 263.
 10. Rules for the installation of electrical installations. Transmission of electricity. 7th ed. - М.: Izd-vo NC ENAS, 2004. -p. 160.
 11. Sibikin Yu.D. Handbook on the operation of electrical installations of industrial enterprises. 5th ed. - М.: Vysshaya shkola, 2002. -p. 248.
-