

**Задание
на электроснабжение электроустановок освещения и инфраструктуры
автомобильных дорог Государственной компании «Автодор».**

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения.
2. Схемы электроснабжения.
3. Распределительные линии электропередачи высокого напряжения. Кабельные линии. Кабельная канализация и арматура.
4. Линии электропередачи распределительные высокого напряжения. Воздушные линии.
5. Трансформаторные подстанции. Строительная часть.
6. Распределительные устройства высокого напряжения для БКТП, БРТП, КРН, реклоузеров, ПКУ.
7. Распределительные пункты управления освещением (БРП).
8. Трансформаторы силовые.
9. Автоматизированные системы управления освещением.
10. Автоматизированные системы диспетчерского управления трансформаторными подстанциями.
11. Линии электропередачи низкого напряжения. Воздушные линии.
12. Линии электропередачи низкого напряжения. Кабельные линии. Кабельная канализация.
13. Опоры линий освещения с кабельным вводом.
14. Опоры линий освещения с воздушным вводом
15. Светильники.
16. Требования к оборудованию при подключении светодиодного освещения.

1. Общие положения

1.1. Настоящее задание используется для выбора и проектирования электрооборудования на автодорогах Государственной компании «Автодор». В задании использованы ссылки на Правила устройства электроустановок (ПУЭ), Свод правил по проектированию и строительству (СП 31-110-2003), Инструкции по проектированию городских электрических сетей РД 34.20.185-94 и других нормативных и руководящих документов.

1.2. Проектируемое оборудование должно учитывать перспективу развития автодороги и инфраструктуры.

2. Схемы электроснабжения

2.1. Схема внешнего электроснабжения выполняется в соответствии с п.6.3.17. ПУЭ по 2 категории надежности электроснабжения. Схема 2 категории надежности электроснабжения требует наличия двух точек присоединения от двух независимых центров питания. Линии электроснабжения 10(6) кВ по 2 категории надежности должны быть взаиморезервируемые.

2.2. Взаиморезервируемые воздушные линии электроснабжения (от питающих центров до распределительных пунктов) запрещается монтировать на одной опоре (двухцепное исполнение), кроме мест пересечения и порталов (входов/выходов) из подстанций.

2.3. Взаиморезервируемые кабельные линии электроснабжения (от питающих центров до распределительных пунктов) прокладываются в отдельных траншеях на расстоянии не менее 50 см друг от друга. В стесненных условиях для уменьшения расстояния между кабелями устраивается сплошная перегородка из негорючих материалов цельнотелый кирпич, бетон и т.п.

2.4. Питающие линии внешнего электроснабжения подключаются к двухсекционным распределительным пунктам, совмещенными с подстанциями (РТП, БРТП).

2.5. Распределительные сети от РТП выполняются двухлучевые радиальные. На два луча от РТП должно приходиться не более 5 двухсекционных подстанций.

2.6. Соседние группы подстанций от разных БРТП необходимо соединять друг с другом резервными линиями.

3. Распределительные линии электропередачи высокого напряжения. Кабельные линии. Кабельная канализация и арматура.

3.1. Для прокладки в земле необходимо применять трехжильные кабели:

- с алюминиевыми многопроволочными жилами. Применение кабеля с медными жилами должно быть экономически обосновано. В случае применения кабеля с медными жилами предусмотреть дополнительные меры защиты от хищений на время строительства и эксплуатации.

- с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ) с пероксидной прошивкой, продольной и поперечной герметизацией.
- в местах с повышенной влажностью, в болотистой местности применять этиленпропиленовую резиновую изоляцию
- кабель в земле должен быть бронированный.

3.2. Требования к кабелю с изоляцией СПЭ:

- Кабель с алюминиевой жилой, силовой (бронированный), с экраном из сплошной алюминиевой трубки, напряжением 10 кВ, с изоляцией из сшитого полиэтилена, в наружной оболочке из полиэтилена повышенной твёрдости.
- класс гибкости 2, согласно ГОСТ 22483-2012, плотность жилы не менее 99%.
- экран из сплошной алюминиевой трубки.
- минимальный радиус изгиба при прокладке соответствует 15DN, где DN - расчетный наружный диаметр кабеля, мм.
- максимальный наружный диаметр кабеля DN не более 36мм.
- стойкостью к маслам, агрессивным средам по ГОСТ 25018
- кабели могут быть проложены без предварительного подогрева при температуре не ниже -20°C.
- температура нагрева жил кабелей при эксплуатации не ниже 90°C.
- температура нагрева жил кабелей при коротком замыкании не ниже 250°C.
- с наружной оболочкой стойкой к маслам - маслостойкость 4 часа при 70 °C по ASTM D 1047-95,
- с наружной оболочкой стойкой к воздействию ультрафиолета по ГОСТ 2057.406 метод 211-1

3.3. Требования к кабельной арматуре 6-35 кВ:

3.3.1. Кабельная арматура 6-35 кВ должна соответствовать требованиям ГОСТ 13781.0-86 и МЭК 60502-4 и иметь протоколы испытаний на соответствие данным стандартам. Срок службы муфт должен быть не менее срока службы кабелей для соединения и оконцевания которых они предназначены.

3.3.2. Конструкции кабельных муфт должны быть испытаны на теплоустойчивость, холодоустойчивость и влагоустойчивость согласно п. 2.23-2.25 и п. 6.16-6.18 ГОСТ 13781.0-86, быть стойкими к ультрафиолетовому излучению согласно ISO 4892.

3.3.3. Электрическая прочность электроизоляционных материалов должна быть не менее 15 МВ/м согласно п. 2.12 ГОСТ 13781.0-86.

3.3.4. Для обеспечения герметизации кабельных муфт термоплавкий клей должен быть нанесён на всю внутреннюю поверхность изоляционных термоусаживаемых трубок сплошным равномерным слоем методом соэкструзии. Термоусаживаемые материалы, входящие в состав муфт должны иметь продольную усадку в пределах

отклонений по длине не более 5% и иметь высокий коэффициент усадки (не менее трёх).

3.3.5. Кабельные муфты должны быть укомплектованы механическими болтовыми соединителями и наконечниками. Соединители и наконечники должны обладать стабильным переходным электрическим сопротивлением, температура смонтированного соединения не должна превышать температуру проводника, а токи короткого замыкания не должны влиять на ухудшение заявленных характеристик. Конструкции кабельных муфт должны быть испытаны на стойкость к воздействию сквозных токов короткого замыкания согласно п. 2.18, п. 6.11 ГОСТ 13781.0-86.

3.3.6. Конструкция кабельных муфт должна соответствовать конструкции кабеля, а концевых муфт и типу подключаемого оборудования (компактные РУ).

3.3.7. Для подключения кабеля к компактным РУ с проходными изоляторами (бушингами) применять изоляционные кабельные адаптеры обеспечивающие надёжную герметизацию, изоляцию и электрическое соединение. Применяемые изоляционные адаптеры должны быть согласованы и одобрены производителем ячеек.

3.3.8. Концевые кабельные муфты для одножильных кабелей должны быть компактными (для сечений жил кабелей до 240 мм² длина разделки муфты внутренней установки на напряжение 6-10 кВ не должна превышать 250 мм). Для исключения образования пустот и развития частичных разрядов конструкция муфты не должна состоять более чем из одной термоусаживаемой трубки. Клеевой термоплавкий слой должен быть нанесён на всю внутреннюю поверхность термоусаживаемой трекинго-эрозионностойкой трубки сплошным равномерным слоем методом соэкструзии. Конструкция концевых муфт должна быть трекинго-эрозионностойкой в соответствии с п. 2.22 и п. 6.15 ГОСТ 13781.0-86, а трекинго-эрозионностойкие материалы проходить испытания в соответствии с МЭК 60587.

3.3.9. Конструкция концевых кабельных муфт для трёхжильных кабелей в дополнение к указанному для одножильных кабелей должна включать проводящие термоусаживаемые трубки для защиты полупроводящего экрана разделанного кабеля и проводящую термоусаживаемую перчатку для герметизации корешка разделки. Конструкция муфты должна обеспечивать возможность перефазировки, перехлёста и соприкосновения экранированных жил у корешка разделки, а также корректировки длины жил концевой муфты по месту монтажа.

3.3.10. В конструкциях соединительных муфт для обеспечения беспустотной конструкции муфты и исключения возможности развития частичных разрядов применять многослойные комбинированные изоляционные экранированные

термоусаживаемые трубки для восстановления разделанного кабеля (внутренний эластомерный изоляционный слой для заполнения пустот, средний изоляционный и наружный полупроводящий термоусаживаемые слои).

3.3.11. Для восстановления металлического экрана кабеля применять медную лужёную сетку, соединение металлического экрана одножильных кабелей реализовывать за пределами разделанного участка кабеля без увеличения диаметра соединительной муфты. Конструкция соединительных муфт для трёхжильных кабелей должна предусматривать возможность перефазировки.

3.3.12. Для кабелей с броней конструкция кабельных муфт должна предусматривать соединение и заземление брони методом непаянного соединения.

3.4. Для подключения оборудования внутри РУВН подстанций применять одножильные кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена

3.5. Применение одножильного кабеля в распределительных сетях допускается только на длинах, при которых не требуется установки транспозиционных муфт.

3.6. Кабели распределительных сетей допускается прокладывать в одной траншее на расстоянии не менее 20 см друг от друга. Соединительные муфты должны располагаться в 1м от взаиморезервируемого кабеля. Одножильные кабели одной линии прокладывать в земле «треугольником». В таких случаях необходима поставка и укладка кабеля «свитого» в три жилы.

3.7. В закрытых переходах и при пересечениях использовать трубы из термостойких материалов. Расстояние между трубами в просвете не менее 10 см. Резерв труб 50%, но не менее одной.

3.8. Каждую кабельную линию подключать через отдельный коммутационный аппарат. Подключение кабеля напрямую на шины (провода для ВЛ) не допускается.

3.9. Защита кабельных линий выполнять с помощью композитных плиток типа «ПЗК».

3.10. Применение кабельных колодцев, коллекторов должно быть технически и экономически обосновано. Например – места выхода из подстанции на разделительную полосу.

3.11. Над кабельными линиями установить пикеты с наименованием организации-владельца и номером телефона оперативной службы эксплуатирующей организации на расстоянии не менее 100м друг от друга. Пикеты в виде бетонных столбиков. Надписи наносить на металлические оцинкованные таблички. Таблички крепить бандажной монтажной лентой F207.

3.12. Расстояние от ограждения полосы отвода автодороги до кабельной линии не менее 1м.

4. Линии электропередачи распределительные высокого напряжения. Воздушные линии.

4.1. Воздушные линии должны соответствовать разделам 2,4,7 ПУЭ.

4.2. Воздушные линии выполнять на бетонных стойках в соответствии с типовыми проектами РОСЭП.

4.3. Провода использовать самонесущие изолированные типа СИП во всех случаях.

4.4. Арматура для проводов СИП-3 6-20 кВ должна быть предназначена для механического крепления и электрического соединения самонесущих изолированных проводов, выполненных по ГОСТ 31946-2012.

4.5. На ВЛЗ 6-20 кВ применять:

- подвесные полимерные, стеклянные изоляторы;
- полимерные консольные (консольные с оттяжкой) изолирующие траверсы;
- опорные штыревые фарфоровые и полимерные изоляторы, в том числе с проушиной для защищенных проводов;
- штыревые стеклянные из закалённого стекла и фарфоровые изоляторы с проушиной и полимерные.
- для крепления на изоляторах защищенных проводов применять спиральные вязки.

4.6. Крепление защищенных проводов на опорах анкерного типа выполнять на подвесных изоляторах с помощью натяжных зажимов. Для присоединения проводов к электротехническому оборудованию и выполнения ответвления от проводов применяют ответвительные зажимы.

4.7. Металлические конструкции должны изготавливаться в заводских условиях в соответствии с требованиями нормативных документов, технических условий на изделия (конструкции) конкретных видов, типов и марок по конструкторской документации, утвержденной разработчиком и принятой к производству предприятием-изготовителем.

4.8. Конструкции должны удовлетворять установленным при проектировании требованиям по несущей способности и жесткости, а в случаях, предусмотренных стандартами, выдерживать контрольные механические нагрузки при испытаниях.

4.9. Конструкции должны быть стойкими к воздействиям окружающей среды и другим видам расчётных воздействий, которым они могут подвергаться в процессе эксплуатации. Защита металлоконструкций и их деталей от коррозии должна осуществляться на предприятии-изготовителе нанесением защитных (цинковых) металлических покрытий. Требования к защитным покрытиям должны быть отражены в технических условиях или конструкторской документации предприятия-изготовителя металлоконструкций.

- 4.10. Защиту от импульсных перенапряжений выполнять разрядниками типа РДИП, РМК, искровыми промежутками.
- 4.11. Взаиморезервируемые воздушные линии 2 категории надежности на одной опоре размещать запрещается.
- 4.12. Подключение кабельных линий к воздушным выполнять через разъединители типа РЛНД или РЛК.
- 4.13. Подключение подстанций (групп подстанций) кабельными линиями к питающей воздушной линии осуществлять с применением защитных аппаратов (выключателей) в исполнении КРН или реклоузер.
- 4.14. Видимый разрыв до КРН (реклоузера) выполнять с помощью РЛНД или РЛК.
- 4.15. Применение ОПН в соответствии с ПУЭ.
- 4.16. На опорах воздушных линий должны быть нанесены надписи о принадлежности линий, номер опоры, номер фидера
- 4.17. Переходы воздушных линий над автодорогой выполнять с соблюдением установленных габаритов на бетонных или металлических опорах без применения увеличителей высоты опор.
- 4.18. При строительстве ВЛ в зеленых насаждениях обеспечивать просеки и охранные зоны в соответствии с нормативными документами.

5. Трансформаторные подстанции. Строительная часть.

- 5.1. РТП, ТП, КРН, реклоузеры, необходимо располагать в полосе отвода автодорог ГК "Автодор".
- 5.2. Подстанции применять компактные без ущерба для удобства обслуживания и с обеспечением безопасности для персонала.
- 5.3. Трансформаторные подстанции (распределительные подстанции) выполнять в бетонной оболочке типа БКТП (БРТП). БКТП могут применяться одно и двухблочные. Большее количество блоков должно быть обосновано проектом. Бетонная оболочка должна изготавливаться в заводских условиях. Кабельные прямки (цоколь/фундамент) - бетонные, объемные.
- 5.4. Основные характеристики подстанций:
- 5.4.1. По климатическим условиям:
- вид климатического исполнения в условиях холодного климата УХЛ1 в утепленном здании, в условиях умеренного климата - У1;
 - климатический район - Пв с расчетной зимней температурой наружного воздуха от -28°C (СНиП 23-01-99);
 - снеговой район - III с нормальным значением веса снегового покрова 180,0 кгс/м² (СНиП 2.01.07-85);
 - ветровой район - II с нормальным значением давления ветра 30,0 кгс/м²;
 - рельеф местности - условно горизонтальный.

5.4.2. Огнестойкость:

- степень огнестойкости здания - I (СНиП 21-01-97*);
- уровень ответственности - II (ГОСТ 27751-88*).

5.4.3. Номинальные значения климатических факторов внешней среды.

- высота уровнем моря до 1000м (от 1000м до 3000м в случае применения экранированного оборудования);
- температура окружающего воздуха от минус 40 до плюс 50°C;
- гололед при толщине льда до 22 мм;
- скорость ветра до 40 м/с (скоростной напор ветра 100 Па);
- землетрясение по шкале MSK-64 - до 8 баллов.

5.4.4. По механическим воздействиям: Конструкция БКТП должна выдерживать механические воздействия без повреждений, препятствующих нормальной работе БКТП по группе М1 по ГОСТ 17516.1-90.

5.4.5. Наружная поверхность подземного блока должна быть покрыта слоем гидроизоляции.

5.4.6. Устройство кровли БКТП должно обеспечивать надежную гидроизоляцию.

5.4.7. Конструкция БКТП должна обеспечивать установку на подготовленной фундаментной площадке.

5.4.8. Привязка БКТП выполняется в соответствии с СП 18.13330.2011 с обязательной разуклонкой в направлении от БКТП.

5.4.9. Привязка проекта к конкретным гидрогеологическим условиям произвести в соответствии со СНиП 2.02.01-83 и СНиП 2.02.03-83.

5.4.10. За относительную отметку 0.000 принять отметку чистого пола отсека распределительных устройств надземного блока.

5.4.11. Отметка 0.000 должна быть не менее чем на 0,6 м выше проектируемой планировочной отметки.

5.4.12. Конструктивно БКТП выполняется из сборных железобетонных элементов: подземных и надземных блоков, установленных один на другой:

- надземные блоки – цельноформованный железобетонный элемент коробкообразной формы заданных размеров, высотой до 2,8 м, толщиной ограждающих конструкций до 80 мм и предназначены для установки распределительных устройств 6, 10 20, кВ (РУВН), 0,4 кВ (РУНН), ШНО, силовых трансформаторов и другого оборудования.

- подземные блоки – объемный железобетонный элемент корытообразной формы заданных размеров, высотой до 1.8 м, толщиной ограждающих конструкций до 110 мм и предназначены восприятия нагрузки от надземной части и передачи ее на фундаментную плиту и грунт основания, а также для устройства кабельных отсеков, организации ввода кабелей в РУВН, РУНН и устройства отсеков маслосборников силовых масляных трансформаторов.

5.4.13. Блоки должны быть изготовлены из тяжелого мелкозернистого бетона класса В20, F100, W6.

5.4.14. Армирование модулей предусматривается отдельными сварными сетками и отдельными арматурными стержнями из арматурной стали класса А-III (А400) по ГОСТ 5781-82.

5.4.15. Толщина защитного слоя бетона для арматуры принимается не менее 15 мм.

5.4.16. Установка закладных изделий производится до начала бетонирования.

5.4.17. Для фиксации арматуры применяются пластмассовые фиксаторы. Сварные соединения арматурных стержней в сетках и при сборке модулей в местах пересечения - КЗ по ГОСТ 14098-91. Сварка ручная электродуговая с точечными прихватками с шагом 450 мм в шахматном порядке.

5.5. Покраска ТП осуществляется в светлых тонах. Краска должна быть атмосферостойкой (+50 / -50 град С). Предпочительно применение красок и покрытий типа антиграфити.

5.6. Бетонные поверхности изнутри должны быть окрашены водоэмульсионной краской. Наружная отделка бетонных поверхностей, цвет и фактура должна быть согласована с заказчиком.

5.7. Бетонные полы должны быть покрыты противопыльным составом, стойким к истиранию.

5.8. Двери, лестницы, отделка кровли и другие внешние металлические части подстанций типа БКТП должны быть оцинкованы и покрашены. Допускается замена металлических частей на композитные при условии обеспечения противопожарной стойкости и антивандальности.

5.9. Ввод/выход из подстанции кабельные линии высокого и низкого напряжения должны быть герметичными для исключения попадания воды в кабельный приямок.

5.10. Расположение подстанции, конструкция бермы, отмостки и площадки обслуживания должны предусматривать отвод ливневых и грунтовых вод и осадков.

5.11. Перекрытие бетонных подстанций должно быть также бетонным. Кровля БКТП выполнить по бетонному перекрытию гидроизоляционными материалами. Допускается дополнительное перекрытие оцинкованным металлом. Парапет кровли должен быть отделан оцинкованным металлом с капельником или водостоками, не допускающими стекание воды по стенам подстанции. Для прокладки кабеля в кабельном отсеке должны применяться кабельные лотки и арматура.

5.12. Для раскладки кабельных линий в кабельном отсеке должны применяться кронштейны, лотки и другая арматура с соблюдением минимальных расстояний между кабелями, стенами и пр. Кабельные лотки и арматура в кабельном отсеке БКТП выполняется из металла с горячим оцинкованием. Проектом исключить пересечение направлений кабельных линий 10 и 0,4кВ в кабельном отсеке.

5.13. Для герметизации кабельных линий на вводах в кабельные отсеки (фундаментная/цокольная часть БКТП/БРТП) применять интегрированные на заводе модульные уплотнители кабельных линий. Требования к уплотнителям:

защита от электромагнитных помех, пожаростойкость, водонепроницаемость, устойчивость на изгиб, устойчивость к дорожным реагентам, грызунам. Для обеспечения возможности поэтапного ввода кабельных и оптоволоконных линий на разных этапах строительства применять закладные гильзы

5.14. Проектом обеспечить ремонтпригодность кабельных линий при входе и выходе из ТП и на прилегающей территории, для чего предусмотреть гарантированную возможность «перетяжки» кабельных линий без вскрытия отмотки и площадки обслуживания. Пересечения водоотводных канав выполнять в одном уровне с местами заходов в ТП с применением бетонных кабельных блоков, негорючих труб и т.п.

5.15. Трансформаторные подстанции располагать не ближе 5м от края дорожного полотна с устройством защитных экранов для исключения попадания на подстанцию грязи и снега от транспорта и уборочной техники.

5.16. Трансформаторные подстанции располагать на бермах в одном уровне с обочиной с обеспечением площадки обслуживания для обслуживания и ремонта подстанции. Площадка обслуживания подстанции должна быть достаточна для размещения подъемных механизмов для монтажа/демонтажа оборудования ТП.

5.17. Разрывы в барьерном и шумовом ограждении для въезда на площадку обслуживания выполнить с обеспечением безопасности для транспорта (против хода движения) и закрытием специальными шлагбаумами или ограждениями.

5.18. Подстанции, расположенные на расстоянии ближе 5м от края дорожного полотна, должны быть закрыты экраном со стороны автодороги, предотвращающим попадание снега и грязи на БКТП.

5.19. Подъездные пути и площадки обслуживания подстанций выполнять с твердым покрытием с заездом преимущественно со стороны автодороги. Подъезды к подстанции вне полосы отвода автодороги должны быть обоснованы проектом.

5.20. Замки подстанций и их ограждений должны быть фидерного типа. Ключи должны одновременно подходить ко всем дверям ТП и ограждений, за исключением случаев обслуживания разными организациями. На дверях должна быть предусмотрена арматура для установки внешних замков на время строительства.

5.21. Освещение помещений подстанции: должны быть освещены. Освещенность принять в соответствии с СП 52.13330.2011.

5.22. Отопление должно предотвращать появление конденсата на стенах и оборудовании ТП. Температура в РУНН, РУВН, ВРУНО не должна быть менее 15 град С. Контроль за температурой осуществляется с помощью датчиков и контроллеров в составе АСДУ ТП.

5.23. Для подключения собственных нужды предусмотреть в помещениях 10 и 0,4кВ шкафы собственных нужд для освещения помещений, кабельных отсеков. В ячейках РУВН в кабельных отсеках напряжение для освещения не более 12В.

5.24. На дверях ТП наносятся следующие надписи, в следующем порядке: ГК "Автодор", оперативный номер, телефон обслуживающей организации. Надпись на белом фоне черными буквами. Размеры надписи должны быть таковы, чтобы буквы были различимы с обочины автодороги. Надпись выполняется трафаретом или заводским способом в типографии на самоклеящейся пленке или на накладных табличках. Накладные таблички выполняются металлические оцинкованные, а также из светостабилизированного, стойкого к агрессивным средам пластика/полимера.

5.25. Низ дверей подстанции должен находиться на уровне не менее 40 см от поверхности площадки обслуживания.

5.26. Здание БКТП оборудуется устройствами молниезащиты в соответствии с СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций»

6. Распределительные устройства высокого напряжения для БКТП, БРТП, КРН, реклоузеров, ПКУ.

6.1. Основные параметры БКТП должны соответствовать значениям, указанным в Таблице 1. В целях унификации оборудование БКТП должно соответствовать принятому на сопрягаемых участках ЦКАД.

Таблица 1

№	Наименование параметра	Значение
1.	Мощность силового трансформатора, кВА	до 250, 400, 630, 1000, 1250, 1600, 2500
2.	Номинальное напряжение на стороне ВН, кВ	6; 10; 20
3.	Наибольшее рабочее напряжение на стороне ВН, кВ	7,2; 12,0, 24,0
4.	Номинальное напряжение на стороне НН, кВ	0,4
5.	Ток сборных шин (на стороне НН), кА	1,25; 1,6; 2,5; 3,2; 4,0
6.	Ток термической стойкости сборных шин на стороне ВН, кА (в течение 1 с)	20
7.	Ток электродинамической стойкости сборных шин на стороне ВН, кА	51

8.	Ток электродинамической стойкости сборных шин на стороне НН, кА	30
9.	Уровень изоляции по ГОСТ 1516.1	нормальная
10.	Степень защиты по ГОСТ 14254	IP23

6.2. Металлические части электрооборудования должны иметь защитные покрытия или быть изготовлены из материалов, исключающих их коррозию под воздействием агрессивных сред на автомобильной дороге. Рекомендуется применение оцинкованного металла, композитных материалов или их сочетание. Электрооборудование должно обладать стойкостью к внутренним дуговым замыканиям в соответствии с ГОСТ Р 55190-2012 (МЭК 62271-200:2003): 16 кА в течение 1 секунды.

6.3. Защита от перенапряжений с помощью ОПН в РУВН обязательно выполняется при подключении к воздушным линиям в комбинации с трубчатыми разрядниками. В РУНН обязательно применение устройств защиты от импульсных перенапряжений.

6.4. Питающие и распределительные сети, ТП выполняется в соответствии с РД 153-34.3-35.125-99. «Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозовых и внутренних перенапряжений»

6.5. УКРМ применяются в обязательном порядке при $\cos\phi$ менее 0,92.

6.6. Описание схемы для БКТП (БРТП). Подстанции типа БКТП (БРТП) используется с трансформаторами до 1250кВА. Двухтрансформаторные подстанции выполняются с двухсекционными РУВН и РУНН. Секции разделяются коммутационными аппаратами с обеспечением возможности их ремонта. Тупиковая или проходная схема РУВН определяется проектом. Применение АВР РУВН должно быть обосновано проектом.

6.7. Оборудование РУВН БРТП комплектуется и устанавливается в заводских условиях. Вводные, линейные и секционные ячейки РУВН оборудуются выключателями. Конструкция выключателей должна предусматривать возможность отключения токов до 630А при напряжении 6, (10, 20) кВ. Возможность отключения токов большей величины и большего напряжения должна быть обоснована проектом. БРТП комплектуются устройствами релейной защиты, телемеханики и учета электроэнергии, а также устройствами мониторинга состояния мест соединения силовых цепей. Применение выкатных ячеек должно быть обосновано проектом. В БРТП применяются ячейки одностороннего обслуживания типа КСО. Устройства телемеханики должны быть интегрированы в состав оборудования БРТП в заводских условиях.

6.8. Оборудование РУВН БКТП. Вводные, линейные и секционные ячейки РУВН оборудовать выключателями нагрузки (вакуумные, элегазовые). Конструкция выключателей нагрузки должна предусматривать возможность отключения токов до 630А при напряжении 6, (10, 20) кВ. Отключение токов более 630А должно быть обосновано проектом. БКТП комплектуются устройствами защиты в ячейках трансформаторов, устройствами телесигнализации в линейных и вводных ячейках. Возможность отключения токов большей величины и большего напряжения должна быть обоснована проектом. Устройства телемеханики должны быть интегрированы в состав оборудования БКТП в заводских условиях.

6.9. Оборудование РУНН БРТП и БКТП. Двухтрансформаторные подстанции комплектуются по двухсекционной схеме. При подключении потребителей 1 и 2 категории надежности в РУНН устанавливается АВР. Вводные и секционные выключатели должны быть выкатного исполнения при токах нагрузки более 200А. В остальных случаях устанавливаются стационарные выключатели с подключением через рубильники для обеспечения ремонта выключателя. РУНН с АВР комплектовать устройствами телесигнализации.

6.10. Нагрузки между секциями ТП распределять равномерно.

6.11. Номинальные токи вводов высокого напряжения БКТП и сборные шины низкого напряжения должны быть не менее номинальных токов силового трансформатора.

6.12. Нулевая шина БКТП должна соответствовать 50%-му значению номинального тока силового трансформатора.

6.13. В БКТП изоляцию рассчитать на нормальную работу при выпадении росы и степени загрязнения изоляции - II по ГОСТ 9920.

6.14. Температура нагрева в нормальном режиме токоведущих частей БКТП, к которым возможно прикосновение при эксплуатации (листы приборные, крышки), не должна превышать 70°C.

6.15. Стойкость к токам короткого замыкания токопроводов в пределах БКТП должна соответствовать стойкости к току короткого замыкания вводов со стороны НН трансформатора. Продолжительность тока термической стойкости - 0,5 с. Требования не распространяются на ответвления к аппаратам цепей уличного освещения, собственных нужд и вспомогательных цепей. Стойкость к токам короткого замыкания ответвлений после коммутационных аппаратов главных цепей - в соответствии с термической и электродинамической стойкостью этих аппаратов.

6.16. Температура нагрева токоведущих частей БКТП (главных цепей) при воздействии токов короткого замыкания не должна превышать:

250°C - для металлических токоведущих частей (кроме алюминиевых), соприкасающихся с изоляцией, при этом ее разрушение или повреждение не допускается;

300°C - для токоведущих частей из меди и ее сплавов, не соприкасающихся с изоляцией;

200°C - для токоведущих частей из алюминия.

6.17. Силовые трансформаторы, входящие в состав БКТП, должны соответствовать требованиям действующих ГОСТ и техническим условиям на конкретные типы трансформаторов.

6.18. Комплектующая аппаратура должна быть специально предназначена для работы в БКТП.

6.19. Конструкция БКТП в части механической прочности должна обеспечивать нормальные условия работы и транспортирования без каких-либо остаточных деформаций или повреждений, препятствующих нормальной работе БКТП.

6.20. Шкафы РУНН должны выдерживать: не менее 1000 открываний и закрываний дверей.

6.21. Вентиляция помещения силового трансформатора естественная. Обмен воздуха должен осуществляться через жалюзийные решетки лабиринтного типа.

6.22. В случае применения маслонаполненного силового трансформатора под ним предусмотреть проем в панели пола и в подземном блоке выполнить отсек маслосборника или установить изделие маслосборника, рассчитанного на весь объем трансформаторного масла.

6.23. В стенах подземного блока должны быть выполнены устройства или утоньшения стен для ввода и вывода кабелей. Швы устройства ввода вывода кабелей должны быть герметизированы.

6.24. Конструкция БКТП должна исключать ложные срабатывания схем защиты, обеспечивать нормальное функционирование приборов измерения и учета, управления и сигнализации при работе встроенных аппаратов.

6.25. Каждая составная часть БКТП должна иметь строповочные и крепежные устройства для их монтажа (демонтажа) и транспортирования.

6.26. Монтаж и обслуживание силового трансформатора должны осуществляться через металлические ворота надземного блока без демонтажа электрооборудования других отсеков/блоков.

6.27. Двери, жалюзи и замки БКТП должны иметь вандалозащищенное исполнение.

6.28. Соединение РУВН с силовым трансформатором должно быть выполнено кабелями с изоляцией, не распространяющей горение.

6.29. Соединение РУНН с силовым трансформатором может быть выполнено одножильными кабелями с изоляцией, не распространяющей горение или шинами.

6.30. Кабели, соединяющие РУВН с силовым трансформатором, должны быть проложены в отсеках подземных блоков и подводиться к электрооборудованию через отверстия в панели пола.

6.31. Кабели, соединяющие РУНН с силовым трансформатором, должны быть проложены в кабельных лотках надземных боков или закреплены с помощью крепежных деталей.

6.32. Шины, соединяющие РУНН с силовым трансформатором, должны проходить через перегородку между отсеками надземных блоков. В местах прохода шины должны крепиться с помощью огнестойких герметичных шинных уплотнений.

6.33. Двери в БКТП должны без заеданий поворачиваться на шарнирах на угол не менее 95° , иметь замки и ручки. Ручки могут быть съемными или совмещены с ключом или защелкой.

6.34. Замки дверей РУВН и РУНН должны запираяться ключами с разными секретами.

6.35. В БКТП прокладка проводов вспомогательных цепей должна производиться изолированным проводом в монтажных коробах или лотках с обеспечением возможности контроля и замены поврежденного провода.

6.36. В БКТП должна быть предусмотрена возможность установки лотков для прокладки контрольного кабеля.

6.37. Присоединение внешних цепей контрольными кабелями и проводами должно осуществляться при помощи зажимов или штепсельных присоединений.

6.38. Приборы и аппараты вспомогательных цепей должны устанавливаться таким образом, чтобы была обеспечена возможность их обслуживания без снятия напряжения с главных цепей БКТП.

6.39. Все приборы, аппараты, а также ряды зажимов и соединительная проводка должны быть маркированы.

6.40. Маркировка должна наноситься способом, обеспечивающим ее стойкость против действия влаги и света.

6.41. Электрическая прочность изоляции главных цепей БКТП должна соответствовать требованиям ГОСТ, действующих на момент изготовления БКТП и обязательных к применению на территории эксплуатации БКТП.

6.42. Изоляция оперативных/вторичных цепей БКТП должна выдерживать испытательное напряжение 2 кВ переменного тока частотой 50 Гц в течение 1 минуты без пробоя или перекрытия.

Если комплектующие элементы вторичных цепей согласно стандартам, по которым они изготовлены, не допускают испытания напряжением 2 кВ, то испытательное напряжение следует уменьшить до 1,5 кВ.

6.43. Контактные соединения в БКТП должны соответствовать требованиям действующих на момент изготовления БКТП и обязательных к применению на территории эксплуатации БКТП.

6.44. Сборные шины РУНН должны выдерживать аварийные и систематические перегрузки 1,4 I_n . Должна быть предусмотрена возможность установки сборных шин, выдерживающих перегрузки 1,7 I_n . Длительность перегрузки должна определяться перегрузочной способностью силового трансформатора.

6.45. Сечение сборных шин РУНН должно соответствовать следующей ступени мощности устанавливаемого трансформатора.

6.46. Разборные соединения сборочных единиц и деталей БКТП, подвергающихся механическим нагрузкам в процессе транспортирования и эксплуатации, должны быть предохранены от самоотвинчивания.

6.47. Шины должны иметь отличительные цвета, выполненные сплошной окраской или маркировкой:

- фаза А - желтый;
- фаза В - зеленый;
- фаза С - красный;
- шина N (нулевая N, совмещенная с Pe) – голубой;
- шина Pe – желто-зеленый.

Места присоединения шин должны быть зачищены.

6.48. Все детали из черных металлов должны иметь защитное покрытие против коррозии. Составные части БКТП должны иметь лакокрасочное покрытие одного цвета светлого тона. Отдельные сборочные единицы (днища, салазки), а также декоративные элементы допускается окрашивать в другие тона. Качество окрашенных поверхностей должны быть не ниже V класса покрытий по ГОСТ 9.032-74.

6.48.1. Конструкцией ячеек РУВН, панелей РУНН, щитового оборудования должна быть предусмотрена сохранность лакокрасочного покрытия металлоконструкций при открывании и закрывании дверей.

6.48.2. Металлические покрытия должны соответствовать требованиям ГОСТ 9.301-86 и ГОСТ 9.014-78.

6.48.3. Бетонные полы должны быть покрыты противопыльным составом, стойким к истиранию.

6.48.4. Конструкция БКТП должна обеспечивать возможность монтажа и демонтажа комплектующих изделий.

6.48.5. Полный срок службы БКТП - не менее 25 лет (при условии проведения технического обслуживания или замены аппаратуры, имеющей меньший срок службы, в соответствии с указаниями инструкции по эксплуатации на БКТП и их составные части). Гарантия на оборудование, строительную часть – не менее 5 лет.

6.49. Требования безопасности - по ГОСТ 12.2.007.0-75* и ГОСТ 12.2.007.4-75.

6.50. Все металлические нетоковедущие части оборудования, установленного в БКТП, которые могут оказаться под напряжением, должны быть присоединены к контуру заземления сваркой или болтовым соединением в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.007.0-75 и конструкторской документации.

6.51. Значение сопротивления между заземляющим зажимом (болтом) и каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью БКТП, которая может оказаться под напряжением, не должно превышать 0,1 Ом по ГОСТ 12.2.007.0.

6.52. В БКТП должно быть выполнено общее для сторон ВН и НН заземляющее устройство в виде контура из стальной полосы сечением не менее 120 мм.

6.53. Заземляющие шины, проложенные открыто, должны быть окрашены в черный цвет.

6.54. Во вводных ячейках РУВН, во вводных и линейных панелях РУНН должны быть предусмотрены и обозначены места для наложения переносного заземления, которые могут быть использованы для подключения переносных устройств, необходимых для испытаний (эксплуатации) и наладки электрооборудования.

6.55. Снаружи бетонной оболочки в двух местах должны быть предусмотрены площадки для видимого присоединения к контуру заземления, выполняемого в соответствии с требованиями ПУЭ. Рядом с площадками должен быть нанесен знак заземления БКТП, на всех съемных панелях РУНН, РУВН, дверях и закрытиях, за которыми находятся открытые токопроводящие части и электрооборудование, не имеющее дополнительных элементов защиты, должен быть нанесен знак «Осторожно! Электрическое напряжение!» по ГОСТ 12.4.026-76.

6.56. Класс защиты светильников общего освещения БКТП должен быть 2 или 3. При использовании светильников класса защиты 1 сеть освещения должна быть защищена УЗО с током срабатывания 30 мА.

6.57. Заземление главных цепей БКТП должно выполняться стационарными заземлителями.

6.58. Электрические схемы аппаратов, комплектующих БКТП должны исключать возможность их самопроизвольного срабатывания.

6.59. В БКТП должна быть предусмотрена механическая блокировка в соответствии с ГОСТ-12.2.007.0-75, ГОСТ-12.2.007.4-75, а также возможность организации оперативных блокировок в соответствии с требованиями ПУЭ.

6.60. В части пожарной безопасности БКТП должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.004-91.

6.61. Описание схемы для КРН. Применение КРН является предпочтительным перед применением реклоузера. КРН применяются обязательно в местах подключения к распределительным сетям 10кВ, если в составе подключаемой электроустановки имеются высоковольтные кабельные линии. КРН выполняется в бетонной или металлической оцинкованной (композитной) оболочке с фундаментом на подготовленной площадке с обеспечением подъезда и площадкой обслуживания. В составе КРН должен быть шинный разъединитель, выключатель, кабельный (линейный) разъединитель, трехобмоточные трансформаторы тока (для учета электроэнергии и защиты), трансформатор напряжения с предохранителями, шкаф (отсек) учета э/энергии, шкаф (отсек) РЗиА, шкаф (отсек) телесигнализации. Компоновка КРН выполняется с разделением на отсеки – шинный, выключателя, кабельный (линейный), отсек автоматики, отсек учета э/энергии.

6.62. Оборудование КРН. В составе КРН использовать вакуумные или элегазовые выключатели с мотор-пружинным приводом. Трансформаторы тока и

трансформаторы напряжения применять в литой изоляции. Изоляторы должны соответствовать не менее 2 степени загрязненности. Все металлические части и конструкции защитить от коррозии оцинкованием. РЗА должны обеспечивать максимальную токовую защиту (МТЗ), токовую отсечку (ТО), дуговую защиту (ДЗ), защиту от однофазных коротких замыканий (ЗОКЗ), защиту от обрыва фазы, другие виды защит в зависимости от схемы и требований сетевой организации. Должны быть предусмотрены телесигнализация и телеизмерение с передачей сигнала через GSM модуль и ВОЛС (при наличии). Счетчик электроэнергии выбирается с возможностью интеграции в АИИСКУЭ ГК «Автодор».

6.63. Исполнение корпуса КРН, ПКУ, реклоузера не менее IP54.

6.64. Корпус и двери КРН, ПКУ, реклоузера должны быть окрашены порошковой/полимерной краской в печи. Краска светлых тонов. Плоскости, торцы листов и изгибы предварительно дополнительно обрабатываются и грунтуются. Покраска выполняется снаружи и внутри.

6.65. В местах установки проходных изоляторов площадки/места их установки на корпусе КРН, ПКУ, реклоузера выполняются с выступом наружу, для обеспечения стекания влаги с изоляторов.

6.66. Под проходные изоляторы устанавливается прокладка из стойкой к солнечному излучению и химически стойкой к реагентам резины/полимера.

6.67. Дверцы КРН, ПКУ, реклоузера должны закрываться на встроенный замок. Уплотнение двери выполняется резиной/полимером, стойкой к солнечному излучению и химически стойкой к реагентам.

6.68. Корпус должен конструктивно исключать образование конденсата.

6.69. Для входа/выхода контрольного провода устанавливаются сальники из резины см. п. 6.54

6.70. На корпусе ПКУ, реклоузера выполняются штатные места для подключения заземляющего проводника.

6.71. Описание схемы для реклоузера. Реклоузеры применяются в случае отсутствия возможности установки КРН. Реклоузер установить на площадке между двумя рядом расположенными опорами или на одной на кронштейне. На опоре со стороны питания для обеспечения видимого разрыва установить разъединитель с заземляющими ножами и разрядниками РВО. В составе реклоузера компактно применить выключатель, трансформаторы тока, трансформатор напряжения, устройства РЗА, учета электроэнергии и телесигнализации.

6.72. Оборудование реклоузера. В составе реклоузера применить вакуумные, элегазовые и другие выключатели. Конструкция проходных изоляторов и корпуса должны исключать проникновение влаги.

6.73. Описание схемы для ПКУ. В ПКУ устанавливаются трансформаторы тока и трансформаторы напряжения с литой изоляцией. Количество и схема подключения трансформаторов тока определяется техническим заданием энергосбытовой (электросетевой) компании.

6.74. Оборудование ПКУ. Конструкция корпуса ПКУ и проходных изоляторов должны исключать попадание осадков внутрь и образование конденсата. Контактные группы вторичных цепей должны иметь защищенное от влаги и агрессивных сред исполнение. ПКУ выполняется в металлической оцинкованной или композитной оболочке. Трансформатор напряжения защищается предохранителем.

6.75. ПКУ и КРН (реклоузер) могут быть совместного исполнения в случае размещения непосредственно в точке технологического присоединения к распределительным сетям электросетевой компании.

7. Распределительные пункты управления наружным освещением (БРП).

7.1. В случае необходимости устройства выносных, отдельно стоящих пунктов распределения и управления освещением на автодорогах категории А применять типа БРП в бетонной оболочке.

7.2. БРП должны быть изготовлены и укомплектованы в заводских условиях.

7.3. БРП должны быть ограждены и защищены экраном со стороны дороги при расположении ближе 5м от края дорожного полотна.

7.4. Площадка обслуживания БРП должна быть из твердого покрытия. Размеры и расположение площадки должны быть достаточны для безопасного обслуживания и замены оборудования БРП. К БРП должны быть спроектированы подъездные пути с твердым покрытием.

7.5. Низ двери БРП должен находиться на уровне не менее 40 см от поверхности площадки обслуживания.

7.6. Металлические части БРП должны выполняться из оцинкованного металла.

7.7. Требования к строительной части (размещение, кровля, бетон и покраска) аналогичны требованиям для БКТП.

7.8. Компоновка БРП. Внутри БРП пространство делится на отсеки:

- вводной отсек;
- отсек отходящих линий;
- отсек телемеханики;
- отсек учета электроэнергии;
- при необходимости БРП блокируется с распределительными устройствами для подключения АСУДД, очистные сооружения и другие потребители инфраструктуры автодороги. В этом случае организовать для них отдельное помещение с отдельными дверями.

7.9. Схема БРП. Для дорог 1 категории до БРП от ТП проложить две взаиморезервируемые линии 0,4кВ. На вводе устанавливаются два рубильника с предохранителями (или автоматические выключатели) по схеме «крест» с разделением нагрузок между вводами.

7.10. Оборудование БРП:

7.10.1. На вводах БРП установить защитные коммутационные аппараты.

7.10.2. Для управления освещением применить воздушные контакторы или магнитные пускатели. При подключении к БРП светодиодных линий освещения применить контакторы, предназначенные для емкостных нагрузок.

7.10.3. Для компенсации реактивных мощностей от светильников с лампами ДНаТ, в БРП установить устройства компенсации реактивной мощности (УКРМ).

7.10.4. На отходящих линиях применить предохранители.

7.10.5. Автоматические выключатели на отходящих линиях должны быть в литых корпусах, с повышенной коммутационной способностью.

7.10.6. При подключении светодиодных светильников, а также при применении телемеханики в БРП установить защиту от импульсных перенапряжений.

7.10.7. Применение в РУНН (ШУНО) ограничителей пусковых токов светодиодных светильников (или другого оборудования) должно быть технически обосновано.

7.10.8. Кабели отходящие и вводные присоединяются на специальных контактных площадках. Присоединение кабеля напрямую к коммутационному аппарату запрещено. Подключение кабелей вторичных цепей, телемеханики должно выполняться на специальных клеммниках и организованных в заводских условиях местах.

7.10.9. Клеммники (блок-контакты) должны быть закрытого исполнения.

7.10.10. Оборудование внутри БРП устанавливается на площадки и арматуру с обеспечением зазора между оборудованием и корпусом (защита от инея и конденсата).

7.10.11. Крепежная арматура и метизы должны быть с покрытием, обеспечивающим на весь срок службы устойчивость к коррозии (анодирование, цинкование, нержавеющая сталь и т.п.).

7.10.12. В контактах должно исключаться образование гальванических пар.

7.10.13. Ошиновка оборудования выполняется преимущественно алюминиевыми шинами прямоугольного сечения.

7.10.14. Применение медных шин должно быть технически обосновано.

7.10.15. Замки должны быть под единый специальный ключ. Во всех случаях должны быть предусмотрены петли для навесного замка.

7.10.16. Ввод кабелей в БРП выполняется герметично. Предусмотреть фиксаторы/крепление кабеля.

7.10.17. Кабельный отсек должен быть достаточен для создания запаса кабеля не менее 0,1 м.

7.10.18. Кабельный отсек должен быть бетонным.

8. Трансформаторы силовые.

8.1. Силовые трансформаторы установить масляные, герметичного исполнения. Необходимость применения трансформаторов с литой изоляцией (сухих) должно быть технически обосновано.

8.2. Схемы соединения обмоток трансформаторов должны исключать перекосы напряжения при несимметричных нагрузках. Преимущественно применение для освещения трансформаторов с группой соединения треугольник звезда - 11 группа. Допускается применения трансформаторов типа ТМГСУ с группой соединения звезда-звезда с симметрирующей обмоткой.

8.3. Присоединение трансформатора к шинам должно быть защищено от перегрузок и коротких замыканий в трансформаторе с соблюдением селективности защиты по ВН и НН.

8.4. Обмотки сухих трансформатора должны быть защищены от перегрева. Датчик температуры обмотки должен передавать информацию о температуре обмотки в АСДУ ТП.

8.5. Устройства защиты трансформатора подключаются к устройствам телемеханики для передачи в систему АСДУ ТП сигналов о своем состоянии.

9. Автоматизированные системы управления освещением.

Должна соответствовать требованиям СТО Автодор 8.10-2019 Требования к подсистеме ИТС «Автоматизированная система управления наружным освещением» на автомобильных дорогах Государственной компании «Автодор». В целях унификации и формирования единой системы с ЦКАД, должна соответствовать системе АСУНО, применяемой на сопрягаемых участках ЦКАД и быть интегрирована в единую систему АСУНО ЦКАД.

10. Автоматизированные системы диспетчерского управления трансформаторными подстанциями.

В целях унификации и формирования единой системы с ЦКАД, должна соответствовать системе, применяемой на сопрягаемых участках ЦКАД и быть интегрирована в единую систему АСДУЭ (автоматизированная система диспетчерского управления электроснабжением) ЦКАД.

11. Линии электропередачи низкого напряжения. Воздушные линии.

11.1. Питающие воздушные линии 0,4/0,23кВ выполнять на бетонных стойках СВ95 и СВ110 в соответствии с типовыми проектами АО «РОСЭП».

11.2. Провод СИП должен соответствовать ГОСТ 31946-2012 «Провода самонесущие изолированные и защищенные для воздушных линий электропередачи. Общие технические условия»

11.3. Арматура для самонесущих изолированных проводов (СИП) до 1 кВ должна быть предназначена для механического крепления и электрического соединения самонесущих изолированных проводов, выполненных по ГОСТ 31946-2012.

11.4. Арматура должна изготавливаться в соответствии с техническими требованиями ГОСТ 13276, а также рекомендациями CENELEC EN 50483.

11.5. Заявленные характеристики должны подтверждаться протоколами испытаний независимых сертифицированных лабораторий. Продукция должна иметь положительный опыт эксплуатации в России более 10 лет.

11.6. Все металлические детали арматуры должны обладать антикоррозионными свойствами, все пластиковые детали арматуры должны быть ультрафиолетостойкими. Для предотвращения электрического пробоя, а также для безопасной эксплуатации линий с СИП все электрические соединения должны быть герметичны выдерживать испытания переменным напряжением 6 кВ под водой в течение 1 минуты на глубине 30 см. Ответительные зажимы, используемые для подключения зарядных проводов светильников не должны распространять горение и соответствовать ГОСТ IEC 60332-1-2-2011 и ГОСТ 28157-89.

11.7. Для предотвращения электрического пробоя, а также для безопасной эксплуатации линий с СИП все механические соединения (анкерные и поддерживающие зажимы) должны быть испытаны на напряжение 6 кВ в воздухе в течение 1 минуты и выдерживать механические нагрузки, равные разрывной нагрузке изолированного несущего провода, для которого они предназначены.

11.8. Металлическая лента и скрепы для фиксации арматуры на опорах должны быть изготовлены из нержавеющей стали марки AISI 202, лента должна иметь маркировку, нанесённую механически (выдавливание) по всей длине, а также иметь метрическую разметку.

11.9. Кабельные стяжки (хомуты) должны быть изготовлены из эластичного морозо- и ультрафиолетостойкого материала.

11.10. Наконечники и соединительные гильзы должны быть герметичными, монтаж осуществляется методом опрессовки, на корпусе должна присутствовать вся информация необходимая для монтажа и эксплуатации (наименование производителя или товарный знак, сечение проводника, марка матрицы, количество обжатий и их порядок, длина разделки провода СИП). Соединительные гильзы должны выдерживать испытания переменным напряжением 6 кВ под водой в течение 1 минуты на глубине 30 см.

12. Линии электропередачи низкого напряжения. Кабельные линии. Кабельная канализация.

12.1. Питающие кабельные линии должны быть с броней.

12.2. Кабельные линии распределительных сетей преимущественно должны быть с алюминиевыми жилами. Применение медных жил должно быть обосновано проектом (большая длина и нагрузка).

12.3. Требования к кабелям:

Кабель с алюминиевыми жилами, силовой, с бронёй, напряжением 1 кВ, с изоляцией из сшитого полиэтилена, в наружной оболочке из полиэтилена повышенной твёрдости

- класс гибкости 2, согласно ГОСТ 22483-2012,

- плотность жилы не менее 99%.

- минимальный радиус изгиба при прокладке соответствует $12D_H$, где D_H расчетный наружный диаметр кабеля, мм.

- максимальный наружный диаметр кабеля D_H не более 36 мм.

- стойкостью к маслам, агрессивным средам по ГОСТ 25018

- кабели могут быть проложены без предварительного подогрева при температуре не ниже -20°C .

- температура нагрева жил кабелей при эксплуатации не ниже 90°C .

- температура нагрева жил кабелей при коротком замыкании не ниже 250°C .

- с наружной оболочкой стойкой к маслам - маслостойкость 4 часа при 70°C по ASTM D 1047-95,

- с наружной оболочкой стойкой к воздействию ультрафиолета по ГОСТ 2057.406 метод 211-1.

12.4. Требования к кабельной арматуре 0,4кВ:

12.4.1. Концевые, соединительные и ответвительные кабельные муфты должны обеспечивать надёжный электрический контакт, изоляцию и герметизацию. Соединители и наконечники (при необходимости их установки на концевые муфты) должны быть включены в комплект поставки муфт. Конструкции кабельных муфт должны быть ультрафиолетостойкими.

12.4.2. Для обеспечения герметизации кабельных муфт термоусаживаемой технологии монтажа термоплавкий клей должен быть нанесён на всю внутреннюю поверхность изоляционных термоусаживаемых трубок сплошным равномерным слоем методом соэкструзии. Термоусаживаемые материалы, входящие в состав муфт должны иметь продольную усадку в пределах отклонений по длине не более 5% и иметь высокий коэффициент усадки (не менее трёх).

12.4.3. Соединительные и ответвительные кабельные муфты могут иметь заливную, гелевую или термоусаживаемую технологию монтажа.

12.4.4. При применении термоусаживаемой технологии монтажа, для обеспечения герметизации, в конструкции ответвительных кабельных муфт должна применяться трёхпалая клипса из негорючего полимера с контролируемой

теплопроводностью, на средний палец клипсы должен быть нанесён термоплавкий клей. Для обеспечения котлованной эргономичности наружный кожух муфты должен состоять из термоусаживаемой манжеты с клеевым подслоем, нанесённым сплошным равномерным слоем по всей внутренней поверхности.

12.4.5. При применении заливной технологии монтажа соединительных муфт должен применяться 2-х компонентный гидрофобный материал безопасный для персонала и окружающей среды, не требующий соблюдения специальных мер безопасности.

12.4.6. При применении гелевой технологии монтажа силиконовый поперечно-сшитый гель в конструкции соединительных и ответвительных кабельных муфт не должен иметь ограничений по сроку складского хранения.

12.4.7. Для соединения оконцованных кабельными муфтами жил кабелей в опоре и ответвления зарядных проводов должны применяться герметичные капы обеспечивающие надёжную изоляцию и герметизацию места соединения. Конструкция капы должна предусматривать возможность ревизии контактного соединения, возможность демонтажа и повторного монтажа. Эластичный корпус капы должен быть выполнен из ультрафиолетостойкого материала высокой стойкости к вибрациям и истиранию (груз массой 2 кг, 4000 циклов с потерей толщины стенки не более 5%), конструкция капы должна быть химически стойкой (моторное и трансформаторное масло, серная кислота, гидроксид натрия и прочее).

12.4.8. Защитные и управляющие аппараты светильников в опорах освещения (автоматические выключатели, предохранители, УЗИП, таймеры, реле и пр.) устанавливать в соединительные коробки с классом изоляции II и степенью защиты не ниже IP44. Соединительные коробки должны отвечать требованиям Технического регламента Таможенного союза ЕЗ ЕС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования».

12.4.9. Коробки должны быть изготовлены из ударопрочного ультрафиолетостойкого негорючего термопластичного материала. Все металлические части коробок должны быть изготовлены из нержавеющей стали или лужёной меди. Корпус соединительной коробки должен быть разделён на две части: верхнюю – для установки аппаратов защиты и управления, а также подключения зарядных проводов светильников и нижнюю – для подключения и соединения (для сечений до 35 мм²) питающих кабелей. В нижней части конструкции коробки должен быть установлен блок соединителей (сдвижного или накидного типа).

12.4.10. Для безопасной эксплуатации верхняя часть корпуса должна быть отделена от нижней при помощи дополнительного барьера в соответствии с

требованиями ГОСТ Р 50571.7.714-2014 / МЭК 60364-7-714:2011. Данный барьер может быть изготовлен в виде отдельного элемента или являться частью внешней крышки (в этом случае аппараты защиты должны быть закрыты дополнительной крышкой). Барьер или лицевая крышка коробки должны фиксироваться без применения монтажного инструмента, либо при помощи невыпадающих винтов. Перегородки блока соединителей со сдвижными контактами должны быть выполнены из прочного изоляционного материала, при затяжке прижимных болтов не должно происходить геометрических изменений корпуса коробки (прижимные болты должны затягиваться шестигранным ключом).

12.4.11. Конструкция соединительной коробки должна позволять парковать (заводить) кабели в корпус коробки фронтально для фиксации в клеммном блоке.

12.5. Для медных кабелей, дополнительно в составе АСУНО, должна быть предусмотрена защита от хищений/целостности.

12.6. Жилы кабелей должны быть многопроволочные.

12.7. Пересечения кабелей с коммуникациями защищаются их прокладкой в трубах. Трубы применяются цельнотянутые технические/кабельные. Диаметр труб должен быть достаточным для перемонтажа кабеля.

12.8. Кабельная канализация по инженерным сооружениям должна быть конструктивно защищена от краж.

12.9. Кабельные колодцы должны выполняться с защитой от краж.

13. Опоры линий освещения с кабельным вводом.

13.1. Опоры освещения должны соответствовать ГОСТ 32947-2014.

13.2. Опоры освещения должны быть рассчитаны на ветровые и гололедные нагрузки с учетом характеристик светильников и кронштейнов.

13.3. Опоры и кронштейны для светильников применяются металлические, оцинкованные. Толщина цинкового покрытия в соответствии с ГОСТ 9.307-89.

13.4. Допускается применять композитные опоры с соблюдением пункта 13.1.

13.5. Высота и шаг опор определяется светотехническим расчетом характеристиками

13.6. Ввод в опору производится через толстостенные технические/кабельные трубы ПНД с соблюдением минимальных диаметров изгибов для максимального сечения кабеля на линии. На вводе в трубу кабель должен быть защищен от «заламывания» при протяжке пластмассовой «воронкой».

13.7. Схема подключения опор – транзитная с коммутацией кабелей внутри опор.

13.8. Зарядные провода и заземляющие/защитные проводники – медные.

13.9. Для коммутации кабеля в опорах необходимо применять контактные группы, защищенные от воздействия влаги, конденсата и реагентов. Например, гель-капы.

13.10. Кабели в опорах должны быть разделаны с применением концевых разделок/муфт. Концевые муфты в опорах применяются для внешней установки – типа КВНТП.

13.11. Защита светильников выполняется предохранителями в герметичных корпусах IP65 или в специальных боксах IP65. В случае применения предохранителей в корпусах - клеммник для соединения нулевых и защитных проводников должен быть выполнен в защищенном от влаги и реагентов исполнении. В случае применения боксов – предохранители и контактные группы фазных цепей, нулевых и защитных проводников интегрируются в боксах с соблюдением удобства обслуживания.

13.12. При подключении светильников должны соблюдаться правила расфазировки: один защитный аппарат – один светильник, светильники в одной опоре должны равномерно распределяться по разным фазам. Расфазировка осветительных установок должна определяться проектом.

13.13. Крепление кронштейнов светильников должно быть надежным и выдерживать ветровые нагрузки. Конструкция кронштейна должна предусматривать удобный монтаж и демонтаж зарядных проводов, без их повреждения. Металлические кронштейн и стойка опоры должны быть надежно соединены друг с другом металлическими оцинкованными проводниками.

13.14. Сопротивление заземления опор освещения должно быть не более 30 Ом. Проектом выполняется расчет заземления с учетом грунтов в месте их размещения. При необходимости проектом предусматриваются дополнительные вертикальные и горизонтальные заземлители. При наличии вблизи заземлителей колодцев/кабелей связи, АСУДД и т.п. их необходимо соединить с опорой.

13.15. Заземляющий проводник должен быть присоединен к верхней части опоры в соответствии с требованиями ГОСТ 10434-82. R переходное не более 0,05 Ом.

13.16. Лючок опоры должен быть герметичным, с уплотнителем из стойкой к реагентам резины/полимера. Размеры лючка достаточны для обслуживания и замены оборудования. Болты для крепления лючка должны быть из нержавеющей стали под специальный ключ.

13.17. Диаметр опоры в нижней части должен быть достаточен для удобной коммутации и обслуживания кабелей и заземляющих проводников в опорах.

13.18. Разделка кабелей в опорах должна проводиться ступенчато с коммутацией снизу-вверх «Ноль», фаза «А», фаза «В», фаза «С». Контактные группы не должны касаться стенок опор.

13.19. Нумерация опор выполняется на металлических оцинкованных табличках. На табличках наклеиваются светоотражающие наклейки с номерами. Номера дробные - вверху номер опоры / внизу номера подстанции (ВРШ, НО). Высота размещения таблички – 2,5 метра. Размер – ВхН - 20х30см

14. Опоры линий освещения с воздушным вводом

14.1. Опоры освещения должны соответствовать ГОСТ 32947-2014.

14.2. Опоры должны быть рассчитаны на ветровые и гололедные нагрузки с учетом характеристик проводов, светильников и кронштейнов.

14.3. Опоры и кронштейны для светильников применяются металлические, оцинкованные. Толщина цинкового покрытия в соответствии с ГОСТ 9.307-89.

14.4. Допускается применять композитные опоры с соблюдением пункта 14.1.

14.5. Требования к элементам опор аналогичны элементам опор с кабельным вводом.

14.6. Опоры подключаются проводом СИП расчетного сечения.

14.7. Повторное заземление должно осуществляться на каждой опоре, на которой для защиты светильника используются защитный аппарат (предохранитель или автоматический выключатель). В остальных случаях заземление выполняется на первой, последней и опоре и не более каждые 200м.

15. Светильники.

15.1. Светильники должны соответствовать требованиям нормативных документов ГОСТ 33176-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Горизонтальная освещенность от искусственного освещения. Технические требования, СНиП - СНиП 2.05.02-85, Стандарт организации - СТО АВТОДОР 2.34-2017, ГОСТ Р 56231-2014, ГОСТ Р МЭК 60598-1-2011.

15.2. Потребление электроэнергии светодиодных светильников в режиме «выключено – дежурный режим» (при подведенном сетевом напряжении и отсутствии свечения) не должно превышать 1% от номинальной мощности светильника. Конструкция светильника должна исключать возможность накопления наледи (сосулек) на корпусе в зимний период эксплуатации. Корпус светильника должен быть изготовлен методом литья алюминия (алюминиевых сплавов) под давлением. Класс ударопрочности светильника должен быть не менее IK09.

16. Требования к оборудованию при подключении светодиодного освещения.

16.1. На трансформаторных подстанциях на вводах силовых трансформаторов со стороны 0,4кВ установить комбинированные УЗИП класса I+II многократного действия для защиты от импульсных перенапряжений при прямом ударе молнии в ВЛ высокого напряжения или само здание ТП (ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010). УЗИП должно иметь технологию изготовления, обеспечивающую энергетическую координацию с защищаемым оборудованием, имеющим в составе микропроцессорную технику (ГОСТ Р МЭК 61643-12-2011, Приложение F). Ввиду компактности электроустановки и размещения защищаемого оборудования внутри ТП невозможно применение двух ступеней УЗИП с

разносом или установкой между ними разделительной индуктивности. Выбор подходящего типа УЗИП должен быть основан на максимальной надежности УЗИП, рассчитанного на максимально возможный полный ток молнии 100 кА для трехфазной сети согласно распределению тока по ГОСТ Р МЭК 62305-4-2014. При срабатывании УЗИП и прохождении через него тока молнии не должно происходить отключение питания из-за срабатывания вышестоящих защитных автоматических выключателей или предохранителей. Срок службы УЗИП с учетом рассчитанного значения количества срабатываний должен быть не меньше срока службы электроустановки или не менее 25-30 лет. УЗИП не должен иметь тока утечки в нормальном режиме и иметь возможность устанавливаться до счетчика потребленной электроэнергии.

16.2. Контактторы и магнитные пускатели для управления освещением должны быть предназначены для коммутации емкостных нагрузок.

16.3. Для защиты контрольных цепей контроллеров АСУНО от перенапряжений, на отходящих линиях применить УЗИП класса I+II или УЗИП класса II в зависимости от расчетного количества прямых ударов молнии в отходящие линии. Если число молниевых ударов N (формула расчета по РД 34.21.122-87) $< 0,05$ в год, то можно применить УЗИП класса II. Исходя из вероятностного распределения амплитудных значений тока можно выбрать УЗИП класса I+II с полным ток молнии 50 кА для трехфазной сети согласно распределению тока по ГОСТ Р МЭК 62305-4-2014. При срабатывании УЗИП и прохождении через него тока молнии не должно происходить отключение питания из-за срабатывания вышестоящих защитных автоматических выключателей или предохранителей. Срок службы УЗИП с учетом рассчитанного значения количества срабатываний должен быть не меньше срока службы электроустановки или не менее 25-30 лет.