

## Глава 2.2.

### ТОКОПРОВОДЫ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 35 кВ

#### ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ

2.2.1. Настоящая глава Правил распространяется на токопроводы переменного и постоянного тока напряжением до 35 кВ. Дополнительные требования к токопроводам, устанавливаемым во взрывоопасных и пожароопасных зонах, приведены соответственно в гл. 7.3. и 7.4. Глава не распространяется на специальные токопроводы для электролизных установок, короткой сети электротермических установок, а также на токопроводы, устройство которых определяется специальными правилами или нормами.

2.2.2. Токопроводом называется устройство, предназначенное для передачи и распределения электроэнергии, состоящее из неизолированных или изолированных проводников и относящихся к ним изоляторов, защитных оболочек, ответвительных устройств, поддерживающих и опорных конструкций.

2.2.3. В зависимости от вида проводников токопроводы подразделяются на гибкие (при использовании проводов) и жесткие (при использовании жестких шин).

Жесткий токопровод до 1 кВ заводского изготовления, поставляемый комплектными секциями, называется шинопроводом.

В зависимости от назначения шинопроводы подразделяются на:

магистральные, предназначенные в основном для присоединения к ним распределительных шинопроводов и силовых распределительных пунктов, щитов и отдельных мощных электроприемников;

распределительные, предназначенные в основном для присоединения к ним электроприемников;

троллейные, предназначенные для питания передвижных электроприемников;

осветительные, предназначенные для питания светильников и электроприемников небольшой мощности.

2.2.4. Токопровод напряжением выше 1 кВ, выходящий за пределы одной электроустановки, называется протяженным.

#### ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.2.5. В сетях 6-35 кВ промышленных предприятий для передачи в одном направлении мощности более 15-20 МВ·А при напряжении 6 кВ, более 25-35 МВ·А при напряжении 10 кВ и более 35 МВ·А при напряжении 35 кВ следует применять, как правило, гибкие или жесткие токопроводы преимущественно перед линиями, выполненными из большого числа параллельно прокладываемых кабелей.

Открытую прокладку токопроводов следует применять во всех случаях, когда она возможна по условиям генплана объекта электроснабжения и окружающей среды.

2.2.6. В местах, где в воздухе содержатся химически активные вещества, воздействующие разрушающе на токоведущие части, поддерживающие конструкции и изоляторы, токопроводы должны иметь соответствующее исполнение или должны быть приняты другие меры их защиты от указанных воздействий.

2.2.7. Расчет и выбор проводников, изоляторов, арматуры, конструкций и аппаратов токопроводов следует производить как по нормальным условиям работы (соответствие рабочему напряжению и току), так и по условиям работы при коротких замыканиях (см. гл. 1.4).

2.2.8. Токоведущие части должны иметь обозначение и расцветку в соответствии с требованиями гл. 1.1.

2.2.9. Токоведущие части токопроводов следует выполнять, как правило, из алюминиевых, сталеалюминиевых и стальных проводов, труб и шин профильного сечения.

2.2.10. Для заземления токоведущих частей токопроводов должны предусматриваться стационарные заземляющие ножи или переносные заземления в соответствии с требованиями 4.2.25 (см. также 2.2.30, п. 3).

2.2.11. Механические нагрузки на токопроводы, а также расчетные температуры окружающей среды следует определять в соответствии с требованиями, приведенными в 4.2.46-4.2.49.

2.2.12. Компонировка и конструктивное выполнение токопроводов должны предусматривать возможность удобного и безопасного производства монтажных и ремонтных работ.

2.2.13. Токопроводы выше 1 кВ на открытом воздухе должны быть защищены от грозовых перенапряжений в соответствии с требованиями 4.2.167 и 4.2.168.

2.2.14. В токопроводах переменного тока с симметричной нагрузкой при токе 1 кА и более рекомендуется, а при токе 1,6 кА и более следует предусматривать меры по снижению потерь электроэнергии в шинодержателях, арматуре и конструкциях от воздействия магнитного поля.

При токах 2,5 кА и более должны быть, кроме того, предусмотрены меры по снижению и выравниванию индуктивного сопротивления (например, расположение полос в пакетах по сторонам квадрата, применение спаренных фаз, профильных шин, круглых и квадратных полых труб, транспозиции). Для протяженных гибких токопроводов рекомендуется также

применение внутрифазных транспозиций, количество которых должно определяться расчетным путем в зависимости от длины токопровода.

При несимметричных нагрузках значение тока, при котором необходимо предусматривать меры по снижению потерь электроэнергии от воздействия магнитного поля, должно в каждом отдельном случае определяться расчетом.

2.2.15. В случаях, когда изменение температуры, вибрация трансформаторов, неравномерная осадка здания и т. п. могут повлечь за собой опасные механические напряжения в проводниках, изоляторах или других элементах токопроводов, следует предусматривать меры к устранению этих напряжений (компенсаторы или подобные им приспособления). На жестких токопроводах компенсаторы должны устанавливаться также в местах пересечений с температурными и осадочными швами зданий и сооружений.

2.2.16. Неразъемные соединения токопроводов рекомендуется выполнять при помощи сварки. Для соединения ответвлений с гибкими токопроводами допускается применение прессуемых зажимов.

Соединения проводников из разных материалов должны выполняться так, чтобы была предотвращена коррозия контактных поверхностей.

2.2.17. Выбор сечения токопроводов выше 1 кВ по длительно допустимому току в нормальном и послеаварийном режимах следует производить с учетом ожидаемого роста нагрузок, но не более чем на 25-30% выше расчетных.

2.2.18. Для токопроводов, выполняемых с применением неизолированных проводов, длительно допустимые токи следует определять по гл. 1.3 с применением коэффициента 0,8 при отсутствии внутрифазной транспозиции проводов, 0,98 при наличии внутрифазной транспозиции проводов.

## **ТОКОПРОВОДЫ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 кВ**

2.2.19. Места ответвлений от токопроводов должны быть доступны для обслуживания.

2.2.20. В производственных помещениях токопроводы исполнения IP00 следует располагать на высоте не менее 3,5 м от уровня пола или площадки обслуживания, а токопроводы исполнения до IP31 - не менее 2,5 м.

Высота установки токопроводов исполнения IP20 и выше с изолированными шинами, а также токопроводов исполнения IP40 и выше не нормируется. Не нормируется также высота установки токопроводов любого исполнения при напряжении сети 42 В и ниже переменного тока и 110 В и ниже постоянного тока.

В помещениях, посещаемых только квалифицированным обслуживающим персоналом (например, в технических этажах зданий и т. п.), высота установки токопроводов исполнения IP20 и выше не нормируется.

В электропомещениях промышленных предприятий высота установки токопроводов исполнения IP00 и выше не нормируется. Места, где возможны случайные прикосновения к токопроводам исполнения IP00, должны быть ограждены.

Токопроводы должны иметь дополнительную защиту в местах, где возможны механические повреждения.

Токопроводы и ограждения, размещаемые над проходами, должны быть установлены на высоте не менее 1,9 м от пола или площадки обслуживания.

Сетчатые ограждения токопроводов должны иметь сетку с ячейками не более 25x25 мм.

Конструкции, на которые устанавливаются токопроводы, должны быть выполнены из негорючих материалов и иметь предел огнестойкости не менее 0,25 ч.

Узлы прохода токопроводов через перекрытия, перегородки и стены должны исключать возможность распространения пламени и дыма из одного помещения в другое.

2.2.21. Расстояние от токоведущих частей токопроводов без оболочек (исполнение IP00) до трубопроводов должно быть не менее 1 м, а до технологического оборудования - не менее 1,5 м.

Расстояние от шинопроводов, имеющих оболочки (исполнение IP21; IP31; IP51; IP65), до трубопроводов и технологического оборудования не нормируется.

2.2.22. Расстояние в свету между проводниками разных фаз или полюсов токопроводов без оболочек (IP00) и от них до стен зданий и заземленных конструкций должно быть не менее 50 мм, а до сгораемых элементов зданий - не менее 200 мм.

2.2.23. Коммутационная и защитная аппаратура для ответвлений от токопроводов должна устанавливаться непосредственно на токопроводах или вблизи пункта ответвления (см. также 3.1.16). Эта аппаратура должна быть расположена и ограждена так, чтобы исключалась возможность случайного прикосновения к частям, находящимся под напряжением. Для оперативного управления с уровня пола или площадки обслуживания аппаратами, установленными на недоступной высоте, должны быть предусмотрены соответствующие устройства (тяги, тросы). Аппараты должны иметь различимые с пола или площадки обслуживания признаки, указывающие положение аппарата (включено, отключено).

2.2.24. Для токопроводов следует применять изоляторы из негорючих материалов (фарфор, стеатит и т. п.).

2.2.25. По всей трассе токопроводов без защитных оболочек (IP00) через каждые 10-15 м, а также в местах, посещаемых людьми (посадочные площадки для крановщиков и т. п.), должны быть укреплены предупреждающие плакаты по технике безопасности.

2.2.26. Должны быть предусмотрены меры (например, изоляционные распорки) для предотвращения недопустимого сближения проводников фаз между собой и с оболочкой токопровода при прохождении токов КЗ.

2.2.27. На токопроводы в крановых пролетах распространяются следующие дополнительные требования:

1. Неогражденные токопроводы без защитных оболочек (IP00), прокладываемые по фермам, следует размещать на высоте не менее 2,5 м от уровня настила моста и тележки крана; при прокладке токопроводов ниже 2,5 м, но не ниже уровня нижнего пояса фермы перекрытия должны быть предусмотрены ограждения от случайного прикосновения к ним с настила моста и тележки крана на всем протяжении токопроводов. Допускается устройство ограждения в виде навеса на самом кране под токопроводом.

2. Участки токопроводов без защитных оболочек (IP00) над ремонтными загонами для кранов (см. 5.4.16) должны иметь ограждения, предотвращающие прикосновение к токоведущим частям с настила тележки крана. Ограждение не требуется, если токопровод расположен над этим настилом на уровне не менее 2,5 м или если в этих местах применяются изолированные проводники; в последнем случае наименьшее расстояние до них определяют, исходя из ремонтных условий.

3. Прокладка токопроводов под краном без применения специальных мер защиты от механических повреждений допускается в мертвой зоне крана. Специальных мер защиты от механических повреждений не требуется предусматривать для шинопроводов в оболочке любого исполнения на ток до 630 А, расположенных вблизи технологического оборудования вне мертвой зоны крана.

### **ТОКОПРОВОДЫ НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1 кВ**

2.2.28. В производственных помещениях допускается применение токопроводов исполнения IP41 и выше, токопроводы должны быть расположены от уровня пола или площадки обслуживания на высоте не менее 2,5 м.

В производственных помещениях, посещаемых только квалифицированным обслуживающим персоналом (например, в технических этажах зданий и т. п.), высота установки токопроводов исполнения IP41 и выше не нормируется.

В электропомещениях допускается применение токопроводов любого исполнения. Высота установки от уровня пола или площадки обслуживания для токопроводов исполнения ниже IP41 - не менее 2,5 м; IP41 и выше - не нормируется.

2.2.29. На открытом воздухе могут применяться токопроводы всех исполнений (см. также 2.2.5 и 2.2.13).

2.2.30. При размещении токопроводов в туннелях и галереях должны быть выполнены требования 4.2.82, а также следующие требования:

1. Ширина коридоров обслуживания токопроводов, не имеющих оболочки (IP00), должна быть не менее: 1 м при одностороннем расположении и 1,2 м при двустороннем

расположении. При длине токопровода более 150 м ширина коридора обслуживания как при одностороннем, так и при двустороннем обслуживании оборудования должна быть увеличена по сравнению с приведенной не менее чем на 0,2 м.

2. Высота ограждения токопроводов, не имеющих оболочки, от уровня пола должна быть не менее 1,7 м.

3. В начале и в конце токопровода, а также в промежуточных точках следует предусматривать стационарные заземляющие ножи или устройства для присоединения переносных заземлений. Число мест установки переносных заземлений должно выбираться таким, чтобы наведенное от соседних токопроводов при КЗ напряжение между двумя соседними точками установки заземлений не превышало 250 В.

2.2.31. В туннелях и галереях, где размещены токопроводы, должно быть выполнено освещение в соответствии с требованиями разд. 6. Освещение туннелей и галерей должно питаться от двух источников с чередованием присоединений ламп к обоим источникам.

Там, где прокладываются токопроводы без оболочек (IP00), осветительная арматура должна быть установлена так, чтобы было обеспечено безопасное ее обслуживание. В этом случае осветительная электропроводка в туннелях и галереях должна быть экранирована (кабели с металлической оболочкой, электропроводки в стальных трубах и др.).

2.2.32. При выполнении туннелей и галерей для токопроводов должны быть соблюдены следующие требования:

1. Сооружения должны выполняться из негорючих материалов. Несущие строительные конструкции из железобетона должны иметь предел огнестойкости не менее 0,75 ч, а из стального проката - не менее 0,25 ч.

2. Вентиляция должна быть выполнена такой, чтобы разность температур входящего и выходящего воздуха при номинальной нагрузке не превышала 15°C. Вентиляционные отверстия должны быть закрыты жалюзи или сетками и защищены козырьками.

3. Внутреннее пространство туннелей и галерей не должно пересекаться какими-либо трубопроводами.

4. Туннели и галереи токопроводов должны быть оборудованы устройствами связи. Аппаратура средств связи и места ее установки должны определяться при конкретном проектировании.

## **ГИБКИЕ ТОКОПРОВОДЫ НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1 кВ**

2.2.33. Гибкие токопроводы на открытом воздухе должны прокладываться на самостоятельных опорах. Совмещенная прокладка токопроводов и технологических трубопроводов на общих опорах не допускается.

2.2.34. Расстояние между проводами расщепленной фазы рекомендуется принимать равным не менее чем шести диаметрам применяемых проводов.

2.2.35. Расстояние между токоведущими частями и от них до заземленных конструкций, зданий и других сооружений, а также до полотна автомобильной или железной дороги должно приниматься по гл. 2.5.

2.2.36. Сближение токопроводов со зданиями и сооружениями, содержащими взрывоопасные помещения, а также со взрывоопасными наружными установками должно выполняться в соответствии с требованиями гл. 7.3.

2.2.37. Проверку расстояний от токопроводов до пересекаемых сооружений следует производить с учетом дополнительных весовых нагрузок на провода от междуфазных и внутрифазных распорок и возможной максимальной температуры провода в послеаварийном режиме. Максимальная температура при работе токопровода в послеаварийном режиме принимается равной плюс  $70^{\circ}\text{C}$ .

2.2.38. Располагать фазы цепи протяженного токопровода рекомендуется по вершинам равностороннего треугольника.

2.2.39. Конструкция протяжного токопровода должна предусматривать возможность применения переносных заземлений, позволяющих безопасно выполнять работы на отключенной цепи.

Число мест установки переносных заземлений выбирается по 2.2.30, п. 3.

2.2.40. При расчете проводов гибких токопроводов необходимо руководствоваться следующим:

1. Тяжение и напряжение в проводах при различных сочетаниях внешних нагрузок должны приниматься в зависимости от допустимого нормативного тяжения на фазу, обусловленного прочностью применяемых опор и узлов, воспринимающих усилия.

Нормативное тяжение на фазу следует принимать, как правило, не более 9,8 кН (10 тс).

2. Должны учитываться дополнительные весовые нагрузки на провода от междуфазных и внутрифазных распорок.

3. Давление ветра на провода должно рассчитываться по 2.5.30.