

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД НАВЕДЕННЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ.
(ПРОЕКТ ВНУТРЕННЕГО СТАНДАРТА АО «КЕГОС» РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН ДЛЯ РАБОТ НА ВЛ ПОД НАВЕДЁННЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ)**

Иваницкий Ю.М., Целебровский Ю.В.

Приведены основные положения разрабатываемого стандарта по проведению работ на ВЛ, находящихся под наведенным напряжением. Рекомендован список обязательных технических мероприятий при проведении подобных работ.

Введение.

Противоречия и нечёткие формулировки существующих нормативных документов, раскрытые в докладе Ю.В.Целебровского [1], характерны и для нормативной базы Республики Казахстан. В филиале АО «КЕГОС» Сарбайские МЭС были проведены широкие экспериментальные работы по измерению наведённых напряжений [2], которые выявили наведённые напряжения в тысячи вольт, фиксируемые при разземлении ВЛ в ОРУ. Это обстоятельство и имеющие место случаи попадания человека под наведённое напряжение привели к необходимости разработки стандарта «КЕГОС» (далее «проект стандарта»), в котором с учётом требований «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок» (ПТБ) в целях повышения уровня электробезопасности предусмотрены дополнительные мероприятия и более жёсткие нормы по сравнению с указанными документами.

В соответствии с проектом стандарта каждым филиале МЭС на основе измерений составляется перечень ВЛ, на отключенных и заземлённых с одного конца (в РУ) проводах и тросах которых остаётся наведённое напряжение выше 25 В (по отношению к земле) при наибольшем рабочем токе влияющих ВЛ напряжением 110 кВ и выше. Наибольший рабочий ток определяется для периодов прохождения летнего и зимнего максимумов, в зависимости от времени проведения работ. Наведённые напряжения в обязательном порядке определяются на незаземлённом конце ВЛ и в месте пересечения с влияющей ВЛ. Данный перечень пересматривается не реже одного раза в три года, а также при изменении схемы электрических сетей и подключении крупных потребителей.

В связи с отсутствием отдельной категории работ - «работы под наведённым напряжением» [1] работы на линиях под наведённым напряжением, связанные с прикосновением или приближением на недопустимое расстояние к фазным проводам и грозозащитным тросам, должны проводиться по категории работ «со снятием напряжения». Работы категории «вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением» выполняются в соответствии с общими требованиями ПТБ.

Работы на ВЛ производятся с выполнением всех организационных мероприятий, предусмотренных ПТБ. На основные виды работ должны быть составлены технологические карты, утверждаемые главным инженером филиала МЭС. На сложные и уникальные работы должен быть разработан проект производства работ, утверждаемый главным инженером МЭС.

В технологических картах и проектах производства работ должен быть предусмотрен перечень технических мероприятий, обеспечивающих безопасное проведение работ. Рассмотрим это подробнее.

Технические мероприятия, обеспечивающие безопасное производство работ.

К техническим мероприятиям, обеспечивающим безопасное проведение работ на ВЛ, находящихся под наведённым напряжением, относятся:

- отключение ВЛ;
- вывешивание запрещающих плакатов;
- проверка отсутствия рабочего напряжения на ВЛ;
- наложение заземления по концам ВЛ, на подстанциях (ПС);
- заземление механизмов на месте (местах) работ, выравнивание потенциалов вблизи механизмов;
- наложение заземления на провода и тросы на месте (местах) работ;
- выравнивание потенциалов на месте работ;
- вывешивание указательных, предупреждающих и предписывающих плакатов.

Рассмотрим подробнее каждое из этих мероприятий.

Отключение ВЛ производится на ПС, к которым примыкает ВЛ. Должны быть отключены линейные разъединители выводимой в ремонт ВЛ. Также в соответствии с ПТБ должны быть приняты меры для предотвращения ошибочного или самопроизвольного включения аппаратов.

Вывешивание запрещающих плакатов производится на ПС в соответствии с ПТБ. На приводах разъединителей, которыми отключена ВЛ, независимо от числа работающих бригад, вывешивается один плакат «Не включать! Работа на линии». Этот плакат вывешивается и снимается по указанию оперативного персонала, ведущего учёт числа работающих на линии бригад.

Проверка отсутствия рабочего напряжения на ВЛ производится как на ПС, так и на месте работ. Проверка отсутствия напряжения на ПС производится изолирующими штангами, путем многократного прикосновения к токоведущим частям. Признаком отсутствия напряжения является отсутствие искрения и потрескивания при приближении штанги к токоведущим частям. При этом возможно искрение при первом прикосновении, связанное со снятием электростатического заряда, обусловленное ёмкостным влиянием параллельных ВЛ. На ВЛ напряжением 500 кВ и 1150 кВ достаточным признаком отсутствия напряжения является отсутствие коронирования провода.

На рабочих местах на самой ВЛ проверка отсутствия напряжения производится после наложения заземления по концам ВЛ. Проверку отсутствия наведённого напряжения при заземлённой по концам ВЛ рекомендуется проводить с использованием указателей напряжения 10 кВ, работающих по принципу протекания ёмкостного тока. Порядок проверки отсутствия напряжения определён ПТБ.

Наложение заземления по концам ВЛ на ПС производится, как правило, включением заземляющих ножей линейных разъединителей после проверки отсутствия напряжения. Допускается при отсутствии заземляющих ножей у линейных разъединителей со стороны ВЛ наложение переносного заземления. При этом наложение заземления производится при помощи изолирующей штанги соответствующей рабочему напряжению ВЛ. При включении заземляющих ножей и наложении переносного заземления возможно потрескивание и возникновение токовых дужек от наведённого напряжения и индуцированного тока.

Заземление механизмов на месте (местах) работ, производится перед началом работы путем соединения заземляемых частей механизма с заземлителем ближайшей опоры. При работе механизма в середине пролёта необходимо соединить заземляемые части с опорами пролёта путём прокладки протяженных гибких переносных заземляющих проводников. Допускается заземление механизма на искусственный контурный заземлитель, представляющий собой четыре вертикальных электрода с глубиной погружения (0,5 – 1) м, забиваемых в грунт по углам площадки, на которой располагается механизм, и соединяемых гибким мед-

ным проводником, прокладываемым вокруг механизма на поверхности грунта. Это обеспечивает выравнивание потенциалов вблизи механизма. Следует заметить. Что заземление механизма на один искусственный вертикальный заземлитель, как правило, не обеспечивает, электробезопасности [2]. Выравнивание потенциалов также необходимо, если напряжение прикосновения к механизму или опоре превышает 2 В. Допускается выравнивание потенциалов заменять применением изолирующих площадок в местах подхода к механизму или опоре.

Наложение заземления на провода и тросы на месте работ. Перед началом работ на опоре должны быть заземлены фазные провода и грозозащитные тросы. Заземление фазных проводов производится после заземления ВЛ по концам (на ПС) и проверки отсутствия наведённого напряжения при помощи указателя напряжения 10 кВ. Заземление проводится наложением ПЗ на каждую фазу при помощи изолирующей штанги. Сечение ПЗ должно быть не менее 25 мм², проводники ПЗ должны быть изолированы. Концы ПЗ должны быть оборудованы струбцинами, обеспечивающими надёжное соединение с опорой и проводами. Для повышения надёжности заземления необходимо на каждую фазу накладывать по два ПЗ.

Заземление грозозащитных тросов на промежуточных опорах с подвесными зажимами производится при помощи одного ПЗ. На анкерных опорах, где тросы изолированы подвесными изоляторами, производится заземление того троса, который изолирован от опоры. В случае изоляции обоих тросов, производится их заземление двумя ПЗ.

В случае работы на ВЛ двух и более бригад заземление проводов и тросов производится на каждом месте производства работ. Разземление ВЛ по концам и разделение ВЛ на электрически не связанные участки в этом случае не допускается.

Уравнивание потенциалов на месте работ производится путем электрического соединения при помощи переносного заземления люльки подъёмного механизма с проводом или тросом, на котором производятся работы. При этом вначале переносное заземление подсоединяется к люльке, а затем при помощи изолирующей штанги – к проводу или тросу. Сечение ПЗ должно быть не менее 25 мм². Концы ПЗ должны быть оборудованы струбцинами, обеспечивающими надёжное соединение с люлькой и проводом (тросом) ВЛ.

Возле опор и механизмов при необходимости снижения напряжения прикосновения допускается уравнивание потенциалов выполнять при помощи металлического листа, укладываемого на землю и соединяемого с опорой или механизмом гибким проводником. При соприкосновении с опорой или механизмом персонал должен находиться на этом листе.

При работе с опоры или с траверсы опоры уравнивание потенциалов осуществляется наложенными переносными защитными заземлениями.

Вывешивание указательных, предупреждающих и предписывающих плакатов производится в соответствии с требованиями ПТБ.

Измерение напряжения прикосновения на месте производства работ.

Принципиально новым положением проекта стандарта является обязательное измерение напряжений прикосновения на месте работ. Такое измерение позволит оценить достаточность уже осуществлённых технических мероприятий и при необходимости принять дополнительные меры по выравниванию и уравниванию потенциалов.

Напряжения прикосновения на месте работ должны быть измерены:

- у опор, на которые заземлены провода и грозозащитные тросы,
- у заземлённых механизмов,
- у проводов и тросов, опущенных до земли.

Измерения производятся после заземления проводов, тросов и механизмов на месте работ.

Измерение напряжения прикосновения производится вольтметром переменного тока с внутренним сопротивлением не менее 100 кОм по схеме, показанной на рисунке 1. Измерение проводится не менее чем двумя лицами. На расстоянии 1 м от опоры, механизма или провода, лежащего на земле забивается вертикальный искусственный заземлитель на глубину не менее 0,5 м., к нему подсоединяется один конец вольтметра. Другой конец вольтметра

должен иметь проводник со штырьком на конце, имеющим изоляционную ручку. Этим штырьком, держась за изоляционную ручку, касаются опоры, металлической части механизма или провода, опущенного до земли, и производят измерение напряжения. Переключение пределов измерения на приборе производят при отсоединенном от опоры (механизма, провода) конце вольтметра.

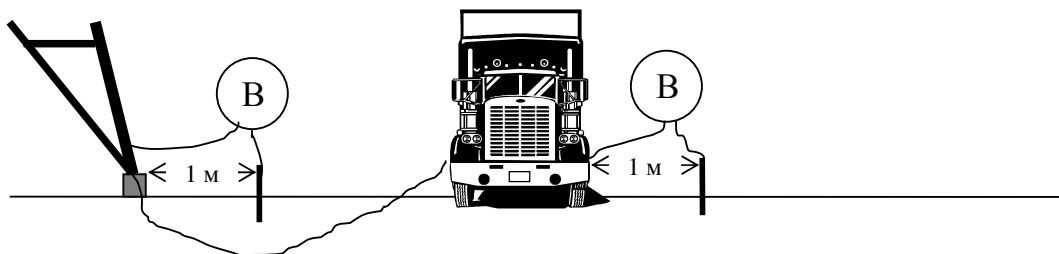


Рис. 1. Схема измерения напряжений прикосновения

Напряжение прикосновения не должно превышать 2 В. Если напряжение прикосновения превышает 2 В, то у опор и механизмов необходимо выполнить выравнивание потенциалов, установить изолирующие площадки или выполнить уравнивание потенциалов с помощью металлического листа, соединяемого с опорой, механизмом или лежащим проводом. Уравнивание потенциалов означает, что работник, соприкасающийся с опорой, механизмом или проводом, стоит на этом листе.

Подсоединение устройств выравнивания и уравнивания потенциалов следует производить при помощи изоляционной штанги. Для этого заземляющие проводники устройств должны иметь специальные зажимы. Сечение заземляющих проводников должно быть не менее 25 мм².

Выполнение работ с монтажом и заменой провода.

Определённую специфику имеют работы по замене проводов и тросов на ВЛ, находящихся под наведённым напряжением. На такие работы в обязательном порядке должен составляться проект производства работ. Если работы выполняются подрядной организацией, она должна быть осведомлена о возможном уровне наведённого напряжения.

При замене провода работы, проводимые с земли, должны выполняться с использованием электрозачитных средств (перчаток, штанг) и сопровождаться измерениями напряжений прикосновения при изменении местоположения провода (изменение пролёта, увеличение длины провода и т.д.). Если напряжение прикосновения превышает 2 В, то осуществляется работа с металлической площадки с применением уравнивания потенциалов площадки и провода.

При монтаже и раскатке проводов провод каждого барабана должен быть заземлен на опору, от которой начинается раскатка. На этой опоре должно быть выполнено заземление грозозащитного троса. Заземление грозозащитного троса позволяет снизить общее сопротивление заземления и тем самым улучшить условия электробезопасности.

Применяемые при монтаже проводов стальные тяговые канаты сначала необходимо закреплять на тяговом механизме и для уравнивания потенциалов заземлять их на тот же заземлитель, что и монтируемый провод (заземлитель опоры или контурный заземлитель механизма). При напряжении прикосновения к проводу менее 2х вольт уравнивание потенциалов тягового каната и провода проводится путем их электрического соединения посредством ПЗ. После уравнивания потенциалов разрешается прикреплять канат к проводу. Разъединять тяговый канат и провод можно также только после уравнивания их потенциалов.

При подъёме, визировании, перекладке проводов из раскаточных роликов в зажимы провод должен быть заземлён на анкерной опоре, от которой ведётся раскатка, на конечной анкерной опоре, через которую поводится натяжка, и на каждой промежуточной опоре, на

которую поднимается провод. При этом для снижения сопротивления заземления на названных анкерных опорах должно быть выполнено временное заземление грозозащитных тросов. Необходимо предварительно заземлять трос и на той опоре, где производится перекладка заземлённого провода из раскаточных роликов в зажимы. По окончании работы на промежуточной опоре ПЗ с троса и провода могут быть сняты.

Петли на анкерной опоре следует соединять только по окончании монтажных работ в смежных с этой опорой анкерных пролётах. При этом на опору должны быть заземлены провода и грозозащитные тросы примыкающих пролётов.

Выполнение работ с телескопической вышкой.

При работах на ВЛ с применением гидравлических подъёмников (телескопических вышек) до подъёма рабочей части необходимо заземлить раму механизма на ближайшую опору или на контурный заземлитель. Работы с применением телескопической вышки выполняются только на тех опорах, на которых осуществлено заземление проводов и грозозащитных тросов и в пролёте между опорами с таким заземлением.

При приближении рабочей площадки механизма к заземлённому проводу (тросу) она должна быть соединена с помощью изолирующей штанги и ПЗ с проводом для уравнивания их потенциала.

После соединения провода с рабочей площадкой проводится измерение напряжения прикосновения к механизму. Если напряжение прикосновения превышает 2 В, то подход к механизму и выход из него во время работ запрещается. При необходимости производства работ с прикосновением к механизму они производятся или с изолирующей площадки или с металлического листа, подсоединённого для уравнивания потенциалов к заземлённой раме механизма.

Такелажные работы по подъёму в люльку подъёмного механизма инструментов и приспособлений, связанные с прикосновением к проводу (тросу), следует вести с применением испытанных изолирующих канатов из синтетического волокна для исключения электрического контакта персонала, находящегося на земле с проводом (тросом).

Выполнение работ с траверсы опоры.

На опорах, где производятся работы с траверсы, должен быть заземлён грозозащитный трос (для анкерных опор – трос обоих примыкающих пролётов) и фазные провода.

Заземление фазных проводов производится путём установки двух параллельных ПЗ между проводом, на котором ведутся работы, и траверсой, с которой ведутся работы. При переходе для работы на другом фазном проводе вначале на него переставляется одно из ПЗ, затем провод, на котором закончены работы, разземляется и второе ПЗ переставляется на другой фазный провод.

Такелажные работы, связанные с прикосновением к проводу (тросу), следует вести с применением испытанных изолирующих канатов из синтетического волокна для исключения электрического контакта с проводом персонала, находящегося на земле.

При выполнении работ на грозозащитном тросе осуществляются те же меры безопасности, что и при работах на проводе.

Работа на грозозащитном тросе, примыкающем к анкерной опоре, должна проводиться при одновременном заземлении тросов примыкающих пролётов. Работать при одном заземлённом тросе не допускается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проект стандарта АО «КЕГОС» по обеспечению безопасности работ на ВЛ, находящихся под наведённым напряжением, предусматривает ряд технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работ, аналогичных техническим мероприятиям, проводимых при работах со снятием напряжения. Это ужесточает общие требования ПТБ и повышает безопасность работ.

2. К принципиально новым положениям относятся:

- Обязательное измерение напряжений прикосновения к опорам ВЛ и механизмам после их заземления. Напряжение прикосновения не должно превышать 2 В.
- Предпочтительное заземление механизмов на опору ВЛ и (или) выравнивание потенциалов вокруг механизма путем устройства контурного заземлителя с 4-мя вертикальными электродами.
- При установленных путём измерения повышенных напряжений прикосновения и недостаточности мер по выравниванию потенциалов рекомендуется выполнять уравнивание потенциалов путем укладки вблизи опоры или механизма металлического листа, соединяемого с опорой или механизмом.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Целебровский Ю.В. О нормах безопасности при проведении работ на ВЛ, находящихся под наведённым напряжением. См. настоящий сборник.
- [2] Леднев В.В., Андронов В.А., Нестеров С.В., Целебровский Ю.В. Экспериментальные исследования наведённых напряжений на ВЛ 110-500 кВ. См. настоящий сборник.