

Московский
городской комитет
профсоюза рабочих
электростанций
и электротехничес-
кой промышленно-
сти

Госэнергонадзор
Министерства
энергетики и элек-
трификации СССР

Московское прав-
ление НТОЭиЭП —
секция электробе-
зопасности,
Московский Дом
научно-технической
пропаганды

«Для служебного пользования»

II НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

25—27 МАРТА 1974 г.

Московский
городской комитет
профсоюза рабочих
электростанций
и электротехничес-
кой промышленности

Госэнергонадзор
Министерства
энергетики и элек-
трификации СССР.

Московское прав-
ление НТОЭиЭП —
секция электробе-
зопасности,
Московский Дом
научно-технической
пропаганды

Для служебного пользования

№ 000128

II НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ
25—27 МАРТА 1974 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

*Под общей редакцией
канд. техн. наук Р. Н. Карякина*

**О ПРОЕКТЕ ВРЕМЕННЫХ НОРМ ДОПУСТИМЫХ НАПРЯЖЕНИЙ
ПРИ КОСНОВЕНИИ НА ТЕЛЕ ЧЕЛОВЕКА И ТОКОВ ЧЕРЕЗ
ТЕЛО ЧЕЛОВЕКА**

1. Проект Временных норм разработан комиссией научного совета по проблеме «Охрана труда» Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике и ВЦСПС.

Временные нормы устанавливаются для расчетов защитных заземлений, занулений, защитных отключений и др. Допустимые напряжения на теле человека (U, B), и токи через тело человека (I, mA) представлены в табл. 1.

Таблица 1.

№№ п/п	Характеристика электроустановки	Нормируемая величина	Продолжительность воздействия тока						
			0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	3,0	свыше 3—до 10
I	Электроустановки 50 Гц до 1000 В с изолированной и заземленной нейтралью и выше 1000 В до 35 кВ с изолированной нейтралью.	U	500	250	100	75	50	36	36 ¹
		I	500	200	100	75	50	6	6
II	Электроустановки 50 Гц выше 35 кВ с заземленной нейтралью ²	U	500	400	200	130	100	65	
III	Электроустановки 400 Гц	U	—	500	200	140	100	36	36 ³
		I	—	500	200	140	100	8	8
IV	Электроустановки постоянного тока	U	500	400	250	200	150	100	100 ⁴
		I	500	400	250	200	150	50	50 ⁴

Примечания: 1. В особо опасных помещениях по условиям поражения током (и вне помещений) $U = 12 B$;

2. Для рабочих мест на защищаемой территории открытых и закрытых распределительных устройств;

Под рабочими местами в данных нормах принимаются места, где при производстве оперативных переключений могут возникнуть короткие замыкания на конструкцию, которой касается человек при выполнении переключений.

3. В особо опасных помещениях по условиям поражения током (и вне помещений) $U = 24 B$;

4. В особо опасных помещениях по условиям поражения током (и вне помещений) $U = 50 B, I = 25 mA$.

2. Нормы допустимых напряжений прикосновения на теле человека и токов через человека отвечают случаю прохождения тока через тело человека по пути рука — ноги.

В соответствии с этим под допустимым напряжением прикосновения на теле человека понимается наибольшее действующее значение напряжения, которое может быть приложено определенное время к телу человека между рукой и ногами, т. е. между оборудованием которого касается человек рукой, и основанием, на котором стоит человек.

Под допустимым током через человека понимается наибольшее действующее значение тока, который может проходить определенное время через тело человека по пути рука — ноги.

3. Настоящие нормы предполагают случайное попадание человека под напряжение при аварийных режимах в электрической сети.

Они не могут рассматриваться как обеспечивающие абсолютную безопасность и принимаются в качестве практически приемлемых с достаточно малой вероятностью поражения.

Учитывая, что вероятность появления совокупности неблагоприятных факторов и поражения человека, в электроустановках 50 Гц напряжением более 35 кВ с заземленной нейтралью (II группа) значительно ниже, чем в установках I группы, для них установлены повышенные нормы допустимых напряжений прикосновения.

4. Для электроустановок 400 Гц (III группа) при продолжительности воздействия 0,1 сек нормы пока не установлены, т. к. не имеется достаточных исследований по данному вопросу. По всем группам электроустановок, эксплуатируемых в особо опасных помещениях и вне помещений, при длительности воздействия тока от 3 до 10 сек, устанавливаются пониженные напряжения прикосновения ввиду того, что вероятность появления неблагоприятной ситуации в этом случае наибольшая.

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПОТЕНЦИАЛОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Для выбора чувствительности приборов, сигнализирующих и препятствующих приближению грузоподъемных механизмов к проводам воздушных линий электропередачи на опасное расстояние, необходимо знать распределение потенциала электрического поля, существующего в пространстве вблизи линии. Эти сведения необходимы также для оценки вредного воздействия электрического поля промышленной частоты на организм человека, определения наведенных электростатических потенциалов на различные протяженные объекты и т. п.

Для трехфазной одноцепной ВЛ результирующий потенциал электрического поля в комплексном виде в точке P :

$$\dot{\varphi}_P = \dot{\varphi}_A + \dot{\varphi}_B + \dot{\varphi}_C \quad (1)$$

где: $\dot{\varphi}_A, \dot{\varphi}_B, \dot{\varphi}_C$ потенциалы в точке P от каждой фазы.

Известно, что для симметричной трехфазной системы

$$U_A = U_\Phi, \quad U_B = a^2 U_\Phi, \quad U_C = a U_\Phi$$

где: U_Φ — фазное напряжение линии,

a — оператор поворота.

В общем случае с учетом взаимного влияния проводов и земли

$$C_A \neq C_B \neq C_C$$

После подстановки значений потенциалов каждой фазы в выражение получено:

$$\dot{\varphi}_P = \frac{U_\Phi}{2\pi\epsilon_0} \left[C_A \ln \frac{D'_A}{D_A} - 0,5 \left(C_B \ln \frac{D'_B}{D_B} + C_C \ln \frac{D'_C}{D_C} \right) - \right. \\ \left. - j0,866 \left(C_B \ln \frac{D'_B}{D_B} - C_C \ln \frac{D'_C}{D_C} \right) \right], \text{ В} \quad (2)$$

Выражение (2) по сравнению с известным (1) позволяет более точно учесть особенности геометрии ВЛ различных типов. Это достигается прежде всего введением в выражения (2) емкостей определенных фаз, которые вычисляются для истинного положения каждого отдельного провода линии с учетом влияния соседних проводов и прозооащитных тросов.

В работе был выполнен с помощью ЭВМ «Мир-1» расчет потенциала электрического поля одноцепных ВЛ 0,4 и 6 кВ, а также двухцепной линии 110 кВ. По результатам расчета построены кри-

вые изменения потенциала поля линий в зависимости от высоты над землей и расстояния от оси линии (для нескольких точек по длине пролета линии).

Полученные зависимости дают возможность определить абсолютные значения расстояний, на которых должны сработать устройства защиты механизмов, с определенной чувствительностью, имея в виду, что наведенная э. д. с. в антенне устройства пропорциональна потенциалу поля в соответствующей точке пространства.

Расстояния, при которых происходит срабатывание устройства защиты механизмов, для одной и той же линии будут существенно изменяться по мере подъема подвижной части механизма, например, стрелы крана, т. к. в этих точках потенциал возрастает. Это хорошо согласуется с опытной проверкой. Так, например, для устройства, описанного в л. 1 расстояния отключения составляют (от крайней точки стрелы до крайнего провода ВД):

6—10 кВ	—	2 ÷ 3,5 м
35 кВ	—	4 ÷ 8 м
110 кВ	—	10 ÷ 15 м
220 кВ	—	25 ÷ 35 м

Из приведенных данных видно, что расстояние отключения устройства с одной и той же чувствительностью от одной и той же линии по мере подъема стрелы могут изменяться в 1,5—2 раза. Таким образом, полученные в работе выражения для комплекса потенциала позволяют количественно оценить изменение потенциала электрического поля ВЛ различных типов в любой точке пространства, окружающего линию. Точность расчетов зависит во многом от того, насколько полно учтены при вычислении емкостей фаз такие факторы как взаимное влияние соседних проводов и грозозащитных тросов, а также рельеф местности.

Литература: А. Д. Фомин. Устройство для защиты строительных механизмов в зоне воздушных линий электропередач 6 кВ и выше. Информационный листок № 522—72, Изд-во Новосибирского ЦНТИ, 1972.

УСТРОЙСТВО СИГНАЛИЗАЦИИ И БЛОКИРОВКИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ ОТ ОПАСНОГО ПРИБЛИЖЕНИЯ К ВОЗДУШНЫМ ЛИНИЯМ ЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Требования безопасности [Л. 1] предусматривают наряду с сигнализацией об опасной близости проводов и отключение механизма. В то же время требования к приборам и устройствам безопасности [Л. 2] предусматривают, что после остановки механизма должна быть обеспечена возможность опускания груза и движения механизма только в обратном направлении. Отсюда следует, что устройства защиты в момент возникновения аварийной ситуации, наряду с блокировкой подвижной части и включением сигнализации, должно обеспечить отвод ее в направлении противоположном предшествующему аварийной ситуации. В этой связи, по мнению авторов, целесообразно пересмотреть пункт 33 Единых требований к конструкции строительно-дорожных машин [Л. 1] в следующей редакции: «Механизмы, имеющие мачты, стрелы и другие выдвигающиеся части, должны иметь устройства, сигнализирующие о приближении к проводам действующих линий электропередачи, а при нарушении габаритов приближения блокирующие выдвигающиеся (подъемные) части с возможностью последующего отвода их только в обратном направлении».

Это необходимо сделать и по той причине, что отключение двигателя при опасном приближении подвижной части к линии может еще больше ухудшить положение, т. к. при отключенном двигателе в большинстве случаев невозможно опустить ни людей, ни груз. Следовательно, необходимо отключать или блокировать только выдвигающиеся части, но не отключать двигатель механизма.

Правилами [Л. 1, 2] в настоящее время предусмотрено обязательное применение на грузоподъемных механизмах устройств сигнализации и защиты от прикосновения к проводам ВЛ частей механизмов. Установка таких устройств на механизмах будет производиться по мере выпуска их промышленностью. Однако не оговорены расстояния, на которых должны срабатывать эти устройства.

В таблице 1 приведены безопасные расстояния, соблюдение которых является обязательным при производстве различного рода работ вблизи действующих линий электропередачи.

Применительно к устройствам сигнализации и защиты за исходные расстояния целесообразно принять габаритные расстояния охранных зон, на которых по крайней мере должна включаться сигнализация об опасной близости ВЛ.

Что же касается минимально допустимых расстояний по нормам СНиП, то в стадии основной ступени защиты они безусловно должны быть приняты за основу, но с определенными допусками. Однако, учитывая многообразие классов ВЛ, условия эксплуатации пе-

Таблица 1

Правила охраны высоко- вольтных электрических сетей		СНиП III-A. 11-70		Правила устройства и безопасной эксплуатации грузо-подъемных кранов	
напряжение линии	расстояние от крайнего провода	напряжение линии	расстояние от крайнего провода	напряжение линии	расстояние от крайнего провода
до 20 кВ	10 м	до 1 кВ	1,5 м	для всех линий	30 м
до 35 кВ	15 м	до 1—20 кВ	2 м		
до 150—200 кВ	25 м	до 150—220»	5 м		
до 400—500 кВ	30 м	до 330 »	6 м		
		до 500 »	9 м		

редвижных механизмов и возможности приборной техники, вопрос о расстояниях отключения и их допусках заслуживает серьезного обсуждения. В [Л. 3] описано устройство для защиты строительных механизмов в зоне воздушных линий электропередачи. Одним из недостатков этого устройства является необходимость осуществления переключений в процессе эксплуатации, однако это делает его и универсальным с точки зрения обеспечения отключения на расстояниях, предусмотренных Правилами.

Этого недостатка лишено устройство типа ЛВ-24М1 [Л. 4] крупная опытно-промышленная партия которых внедряется в ряде строительно-монтажных организаций. При срабатывании устройства на передней панели загорается сигнальная лампа «ОПАСНО» включается сирена и одновременно блокируется подвижная часть механизма на следующих расстояниях от линии:

6—10 кВ	—	2 ÷ 3,5 м
35 кВ	—	4 ÷ 8 м
110 кВ	—	10 ÷ 15 м
220 кВ	—	25 ÷ 35 м

В данном устройстве не требуется осуществлять переналадку чувствительности с целью осуществления отключения на указанных расстояниях, т. к. эти расстояния выдерживаются автоматически. При нарушении машинистом границ допустимых расстояний и автоматической блокировке частей механизмов, устройство исключает ошибочные действия машиниста при отводе подвижной части из опасной зоны. Это достигается применением исполнительных блоков с логической схемой управления. В [Л. 5] авторами описана схема исполнительного блока для строительно-монтажного крана СМК-7.

Разработан и успешно испытан аналогичный исполнительный блок для автомобильных кранов К-67 и К-162.

Таким образом, на основании изложенного выше вытекают общие требования к устройствам сигнализации и защиты передвижных механизмов в зоне ВЛ:

1. Устройство должно включаться в работу автоматически с момента переключения механизма (агрегата) на управление грузоподъемной установкой (поворотной платформой крана);

2. Схема и конструкция устройства наряду с блокировкой подвижной части механизма и включением сигнализации должно обеспечивать отвод подвижной части только в противоположное направление;

3. Расстояния, на которых срабатывает устройство, должны соответствовать расстояниям, указанным в Правилах охраны высоковольтных сетей и СНиП.

Л и т е р а т у р а

1. Единые требования безопасности к конструкции строительно-дорожных машин, «Сборник официальных материалов по охране труда в строительстве и промышленности строительных материалов» Изд-во литературы по строительству, 1970 г.

2. Приборы и устройства безопасности, «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов», Изд-во «Недра», 1970.

3. А. Д. Фомин. Устройство для защиты строительных механизмов в зоне воздушных линий электропередач 0,4—220 кВ, Информационный листок № 521—72, Изд-во Новосибирского ЦНТИ, 1972.

4. А. Д. Фомин. Устройство для защиты строительных механизмов в зоне воздушных линий электропередач 6 кВ и выше Информационный листок № 522—72. Изд-во Новосибирского ЦНТИ, 1972.

5. П. А. Долин, А. Д. Фомин. О схемах исполнительных блоков устройств сигнализации и блокировки применительно к грузоподъемным механизмам, «Труды Московского ордена Ленина энергетического института», «Безопасность труда в электроэнергетике», 1972, вып. 106.

ОБМЫВ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ СПЛОШНОЙ СТРУЕЙ ВОДЫ БЕЗ ОТКЛЮЧЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ.

В начале шестидесятых годов в Дагестанской энергосистеме нередко возникали аварии с отключением потребителей электроэнергетики вследствие перекрытия изоляции воздушных линий электропередачи и открытых распределительных устройств высокого напряжения. Перекрытия были обусловлены наличием на изоляции токопроводящего слоя пыли и морских солей, наносимых с моря длительными штормовыми ветрами, и увлажнением этого слоя при возникновении туманов.

Химический анализ показал, что слой, покрывающий изоляцию, имеет в своем составе: 14,1% кислотного остатка угольной кислоты (CO_3), 2,5% кислотного остатка серной кислоты (SO_4), 11,7% кальция (Ca), а также натрий, глину и песок.

Проводившаяся ранее чистка изоляции отключенных линий и подстанций вручную мокрыми тряпками, а также путем мойки водой с помощью пожарных машин приводила к длительным простоям электрического оборудования и сопровождалась значительным недоотпуском электроэнергии потребителям. В связи с этим возникла необходимость обмыва изоляции под напряжением и были проведены исследования по выявлению и обоснованию безопасных условий и приемов выполнения этой работы.

В итоге была создана опытная установка для обмыва изоляции под напряжением сплошной струей воды и выработаны технические и организационные меры безопасности.

В качестве основного механизма для обмыва изоляции была использована поливомоечная машина типа ПМ-130, на цистерне которой смонтирована складная металлическая клетка в виде куба с ребром 1,2 м, служащая рабочим местом оператора. Вода под давлением до 12 кгс/см² подается по резиновому шлангу, подсоединенному с помощью приваренной к выходу патрубка водяного насоса стальной трубы и оканчивающемуся металлическим стволом (юрандспойтом).

Как показала практика, удельное сопротивление воды, применяемой для обмыва сплошной струей, должно быть не меньше 7—10 Ом·м. В противном случае возможны перекрытия изоляции.

При работах по обмывке изоляции под напряжением должны быть надежно заземлены как непосредственно машина, так и ствол, которым управляет оператор. При этом должны соблюдаться определенные расстояния между стволом и токоведущей частью, зависящие от рабочего напряжения электроустановки. Оператор должен работать, применяя индивидуальные защитные средства: диэлектрические боты и перчатки, водонепроницаемый костюм и защитные очки.

Работа по обмывке изоляции под напряжением должна поручаться специально обученным лицам электротехнической специальности, изучившим практические приемы работы на стенде или на части обесточенной линии электропередачи.

Учитывая большой технический и экономический эффект от введения рассматриваемого способа обмывки изоляции под напряжением, необходимо дальнейшее исследование вопросов безопасности целью усовершенствования этого способа и решение ряда технических вопросов. В частности, необходимо:

— разработать конструкцию моечной машины, удовлетворяющей всем требованиям работы по обмывке изоляции под напряжением, с телескопом для подъема оператора на необходимую высоту и наладить заводское изготовление таких машин или соответствующего оборудования, которое могло бы быть смонтировано на пассе грузовой автомашины;

— разработать устройство сигнализирующее о приближении ствола к токоведущим частям на опасное расстояние;

— разработать устройство, обеспечивающее прекращение подачи воды, в случае увеличения тока утечки по стволу выше допустимого значения.

Экзамен занимает 10—15 минут. Одновременно сдают экзамен столько людей, сколько установлено машин. Машины-репетиторы и экзаменаторы сконструированы Московским энергетическим институтом и другими организациями и выпускаются промышленностью. Применение такой системы дает большой экономический эффект за счет экономии времени и труда, исключения травм, аварий, взрывов и пожаров из-за незнаний требований безопасности.

На кафедре охраны труда МИНХиГП им. И. М. Губкина под научным руководством докладчика запрограммированы следующие главные нормативы по электробезопасности:

1. Правила устройства электроустановок (изд. IV).

2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (изд. III).

3. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (изд. III).

4. Правила изготовления взрывозащищенного и рудничного электрооборудования (ОАА. 684.053-67).

Объем этих нормативов значителен, что подтверждается следующими данными:

Норматив	Число		
	страниц	Глав	статей или параграфов
ПУЭ	464	39	2275
ПТЭ	214	32	1358
ПТБ	138	18	352
ПИБРЭ	224	60	532
всего	1040	149	4617

Пока что запрограммированы общие требования электробезопасности (около 1500 фрагментов). Эта важная работа продолжается.