



Эксплуатация электрических сетей и систем электроснабжения

А.Н. Козлов

*13. Эксплуатация
распределительных устройств.*

ПТЭ, п.5.4.1. Электрооборудование распределительных устройств (РУ) всех видов и напряжений по номинальным данным должно удовлетворять условиям работы как при номинальных режимах, так и при коротких замыканиях, перенапряжениях и нормированных перегрузках.

Персонал, обслуживающий РУ, должен располагать схемами и указаниями по допустимым режимам работы электрооборудования в нормальных и аварийных условиях.

При работе электроустановок в нормальном режиме происходит нагрев оборудования. Нагрев возникает в результате потерь мощности, которые складываются из потерь, зависящих от активного сопротивления токоведущих частей, из потерь, вызванных вихревыми токами и вследствие перемагничивания в металлических частях, главным образом, в активных частях и корпусах оборудования, в арматуре и конструкциях, из потерь в магнитопроводах измерительных трансформаторов, а также из потерь в диэлектриках.

Наибольшая допустимая температура различных частей оборудования, а также ее превышение над температурой окружающей среды ограничены нормами, установленными исходя из требований обеспечения надежной работы контактов экономически оправданного срока службы изоляции, недопущения ухудшения механических свойств металла (пружин, обеспечивающих контактное нажатие), а также экономически целесообразного минимума потерь мощности.

Превышение на длительное время этих норм влечет за собой для контактов - увеличение переходного сопротивления с возможным последующим их оплавлением, что может привести к повреждению оборудования, для изоляции - ускоренное тепловое старение и т.д.

Нормы нагрева зависят от назначения и конструкции токоведущих частей оборудования, а также от свойств их изоляции.

Допустимые температуры нагрева токоведущих частей аппаратов

Наименование частей аппаратов и материалов, из которых они изготовлены	Наибольшая допустимая температура нагрева, °С	Допустимое превышение температуры над температурой окружающего воздуха +35 °С, °С
1. Контакты		
1.1. Из меди и медных сплавов без покрытий:		
в воздухе	75	35
в элегазе	90	50
в изоляционном масле	80	40
с накладными пластинами из серебра:		
в воздухе	120	80
в элегазе	120	80
в изоляционном масле	90	50
с покрытием серебром или никелем:		
в воздухе	105	65
в элегазе	105	65
в изоляционном масле	90	50
с покрытием серебром, не менее 24 мкм:		
в воздухе, стыковые	120	80
с покрытием оловом:		
в воздухе	90	50
в элегазе	90	50
в изоляционном масле	90	50
1.2. Металлокерамические вольфрамо- и молибденосодержащие в изоляционном масле:		
на основе меди	85	45
на основе серебра	90	50

2. Соединения (кроме сварных и паяных)		
2.1. Из меди, алюминия и их сплавов:		
без покрытий:		
в воздухе	90	50
в элегазе	105	65
в изоляционном масле	100	60
с покрытием оловом:		
в воздухе	105	65
в элегазе	105	65
в изоляционном масле	100	60
2.2. Из меди и медных сплавов с покрытием серебром:		
в воздухе	115	75
в элегазе	115	75
в изоляционном масле	100	60
с покрытием никелем:		
в воздухе	115	75
в элегазе	115	75
в изоляционном масле	100	60
2.3. Из алюминия и его сплавов: с покрытием серебром или никелем:		
в воздухе	115	75
в элегазе	115	75
в изоляционном масле	100	60

3. Выводы 3.1. Выводы аппаратов из меди, алюминия и их сплавов, предназначенные для соединения с внешними проводниками электрических цепей: без покрытия с покрытием оловом, никелем или серебром	90 105*	50 65*
4. Металлические детали или детали из изоляционных материалов, соприкасающихся с маслом, за исключением контактов	100	60
5. Масло для масляных коммутационных аппаратов в верхнем слое	90	50
6. Токоведущие (за исключение контактов и контактных соединений) и нетоковедущие металлические части, не изолированные и не соприкасающиеся с изоляционными материалами	120	60

Примечание. * Указанное значение температуры относится к случаю отсутствия серебряного покрытия на контактной части внешнего проводника. При наличии на контактной поверхности внешнего проводника серебряного покрытия наибольшую допустимую температуру нагрева вывода принимают равной 120 °С.

При эксплуатации оборудования следует контролировать, если это возможно, не только абсолютную температуру токоведущих частей и других частей оборудования, но и превышение этой температуры над температурой окружающей среды. Если абсолютная температура не выше допустимой, но ее превышение выходит за пределы нормы, это свидетельствует о ненормальном тепловом режиме оборудования, в частности о нарушениях процесса отвода тепла, о неисправностях в системе охлаждения.

ПТЭ, п.5.4.1. ... Распределительные устройства напряжением 330 кВ и выше должны быть оснащены средствами биологической защиты в виде стационарных, переносных или инвентарных экранов, а также средствами индивидуальной защиты. Персонал, обслуживающий РУ 330 кВ и выше, должен располагать картой распределения напряженности электрического поля на площадке ОРУ на уровне 1,8 м над поверхностью земли.

На подстанции с рабочими напряжениями 345 и 138 кВ рассматривались условия работы, которая проводилась ремонтным персоналом в специальной, надежно изолированной люльке, подводившейся к рабочему месту. Работы велась без снятия напряжения, в люльке имелось приспособление, позволявшее осуществлять полную или частичную экранизацию.

Максимальная напряженность поля на отдельных участках тела находилась в зависимости от степени экранирования в пределах 20 кВ/м и больше.

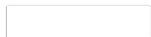
Токи, проходившие через тело монтера, при разных режимах экранирования составляли 30—120 мкА, а при отсутствии экранирования — до 0,3—0,4 мА.

Доказано, что в случае полного экранирования люльки токи, протекающие через тело работающего, имеют незначительное значение.

Снятие экранов с задней стенки и верха люльки приводит к значительному увеличению площади, находящейся под непосредственным воздействием поля. Ток через тело человека возрастает в 5—6 раз.

Снятие только боковых экранов увеличивает ток в 2—2,5 раза, но при этом подвергаются воздействию наиболее уязвимые к полю части тела — область паха. Измерения токов проводились по значению падения напряжения на сопротивлении, включенном в замыкающей тело человека петле. Последовательно включенное в цепь человека сопротивление находилось в пределах 5—10 кОм.

Подобным же образом измерялся ток и при прямом прикосновении человека к проводу под напряжением. Кривая тока представляла собой искаженную синусоиду. Искажение вызывалось нелинейностью электрического сопротивления тела человека.



Медицинский контроль и медицинское обследование проводились с интервалом около шести месяцев в течение 3,5 лет и сопровождались биохимическими исследованиями крови и содержимого кишечника. В течение всего времени не было замечено каких-либо существенных изменений в эмоциональных характеристиках, в сердечно-сосудистой и дыхательной системах, а также в работе зрительных и слуховых анализаторов. Некоторые отклонения от нормы обнаружили лишь урологи.

Из исследования сделан вывод — хорошее экранирование при работах на линиях электропередачи и подстанциях, находящихся под напряжением до 345 кВ, обеспечивает достаточную электробезопасность.

Аналогичное комплексное исследование было проведено в Ленинградском институте охраны труда ВЦСПС Ю. А. Морозовым с сотрудниками в содружестве с кафедрой техники высоких напряжений Ленинградского политехнического института имени М. И. Калинина, руководимой членом-корреспондентом Академии наук СССР М. В. Костенко. Задавшись целью выявить функциональные изменения у лиц, работающих в электрическом поле, авторы сопоставили численные значения напряженности полей, в которых оказывались люди, с данными их медико-биологического обследования. Распределение напряженности поля в различных местах рабочей зоны открытых распределительных устройств (ОРУ) напряжением 500 кВ определялось экспериментально.

Измерения показали, что обслуживающий персонал ОРУ подвергался воздействию электрического поля, максимальная напряженность которого составляла 12—13 кВ/м, средняя 6—8 кВ/м, минимальная 2—4 кВ/м. При максимальной напряженности поля ток через тело человека достигал 180—230 мкА, при минимальной 30—40 мкА. В первом приближении эти цифры согласуются с данными, приведенными выше.

Действие электрического поля большой напряженности может проявляться по-разному. Находясь в поле, тело человека заряжается при любом соприкосновении с металлической конструкцией подстанции или корпусами аппаратов. В результате этого может возникнуть разрядный импульс. Время его составляет микросекунды. Разряд вызывает неприятное ощущение укола. Зафиксировано, что такой неожиданный укол подчас приводит к неспецифической травме — падению с высоты, ушибу рабочего, стоящего ниже, инструментом, выпавшим из руки рабочего, стоящего выше, и т. д. Укол может возникнуть даже при рукопожатии двух работающих в случае, если один из них находится в сухой обуви с изолирующей подошвой, а второй не имеет ее или в момент рукопожатия другая рука товарища касалась металлической конструкции.

По мнению авторов исследования, работа на ЛЭП и подстанциях напряжением 110, 220 и 380 кВ безопасна, но разрядные импульсы могут вызвать болевое ощущение, нервный проходящий шок и даже несложную по развитию судорогу. Кроме того, исследования отечественных ученых доказывают и непосредственное специфическое действие поля на организм.

Обслуживающий ОРУ персонал может быть разделен на две группы — оперативные дежурные и наладчики-ремонтники. Дежурный персонал при оперативных осмотрах и переключениях может находиться в рабочих зонах с большой или малой напряженностью поля, но общее время пребывания его в условиях воздействия поля не превышает 2—2,5 ч, в то время как персонал, выполняющий наладочно-ремонтные работы, в условиях воздействия электрического поля может находиться практически в течение всей смены, а в аварийных случаях и более.

Обобщение показателей состояния центральной нервной системы показало следующее. У оперативных дежурных состояние нервно-мышечного аппарата рук в течение рабочего дня не менялось, а у наладочно-ремонтного персонала к концу рабочего дня по сравнению с началом снижалась функциональная подвижность и повышалась возбудимость центрального звена двигательного анализатора.

Латентное время реакции и количество ошибок у всех работающих увеличивалось, но у второй группы больше, чем у первой. Изменения нейродинамики у второй группы проявлялись значительно, чем у первой.

Таким образом, можно сделать вывод, что у дежурных лишь в конце рабочего дня наблюдались слабо выраженные изменения высших отделов центральной нервной системы, в то время как у наладочно-ремонтного персонала в течение и после работы в электрическом поле отмечались стойкие функциональные изменения не только высших отделов центральной нервной системы, но и более низких ее звеньев и вегетативных функций. Была обнаружена и определенная направленность этих изменений.

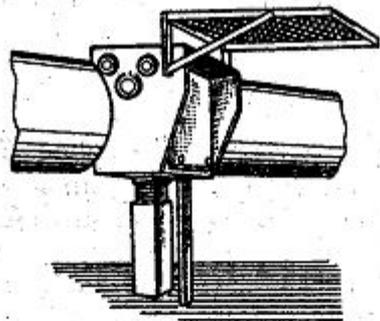
Наблюдения, проведенные в установках высоких и сверхвысоких напряжений постоянного тока, показывают, что опасность для человека вызывает поток аэроионов уже при напряженности 50 кВ/м. Предлагается нормировать плотность тока аэроионов, равную $5 \cdot 10$ мкА/см², а допустимый ток, протекающий через тело человека, ограничить 1 мкА. И здесь имеется полная согласованность с гипотезой о механизме действия электрического тока, ибо токи в 1 мкА уже могут нарушить нормальную для жизнедеятельности человека электропроводимость центральной нервной системы.

При всех напряжениях действие поля зависит от продолжительности нахождения в нем. Это позволило обосновать следующие нормативы для электрических полей промышленной частоты:

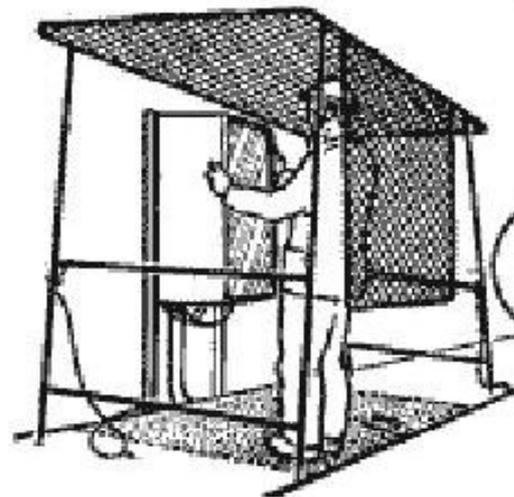
<i>Безопасная напряженность поля, кВ/м.....</i>	<i>5</i>	<i>10</i>	<i>15</i>	<i>20</i>	<i>25</i>
<i>Продолжительность воздействия на протяжении 8-часового рабочего дня</i>	<i>8 ч</i>	<i>3 ч</i>	<i>1,5 ч</i>	<i>10 мин</i>	<i>5 мин</i>

Это означает, что если человек проработал, скажем, 10 мин в поле напряженностью 20 кВ/м, то остальные 7 ч 50 мин рабочего дня он должен находиться в поле напряженностью не выше 5 кВ/м.

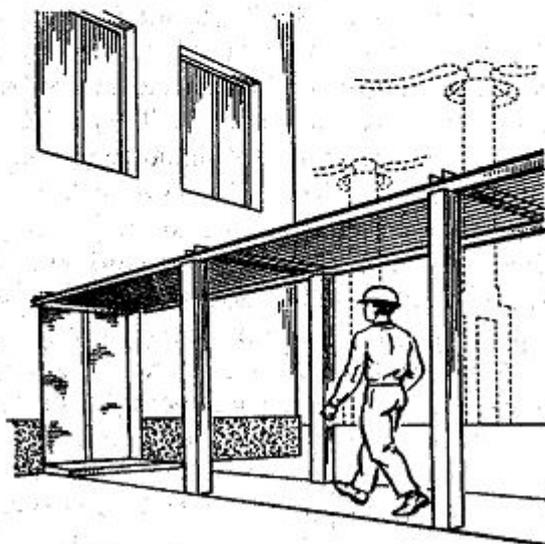
Средства индивидуальной защиты – экранирующие козырьки



Экранирующий козырек над шкафом управления выключателя напряжением 500 кВ



Переносной экранирующий козырек



Экранирующий навес над проходом в здание

Работы в зоне влияния, где напряженность электрического поля превышает 5 кВ/м, должны выполняться, как правило, с применением средств биозащиты.

Рабочие места операторов машин и механизмов при работе в зоне влияния должны быть оборудованы экранами.

Передвижные мастерские и лаборатории для испытаний оборудования высокого напряжения должны иметь экранированные кузова, кабины и ремонтные приспособления с экранированными площадками.

Шкафы управления и агрегатные шкафы воздушных выключателей, ящики зажимов, силовые распределительные шкафы, шкафы вторичных цепей, фильтры присоединений и другие устройства, обслуживание которых производится в зоне влияния, оборудуются стационарными экранами.

Пешеходные дорожки должны быть экранированы. Телефонные аппараты размещаются либо под экранами пешеходных дорожек, либо в отдельных экранированных кабинах, расположенных рядом с этими дорожками;

ОРУ оснащаются переносными экранами, выполненными в виде навесов и предназначенными для экранирования персонала при работах, выполняемых без подъема на оборудование или конструкции и вне зоны действия стационарных экранов.

Переносные экраны должны иметь специальные зажимы для подсоединения к ним заземляющих проводников, выполненных из гибкого медного провода длиной не менее 4 м и сечением не менее 4 мм².

Люльки гидropодъемников и телескопических вышек, а также рабочее место оператора снабжаются съемными экранами.

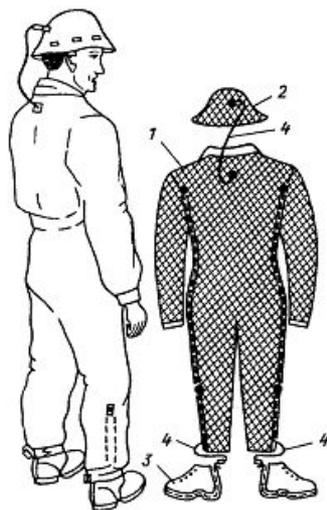
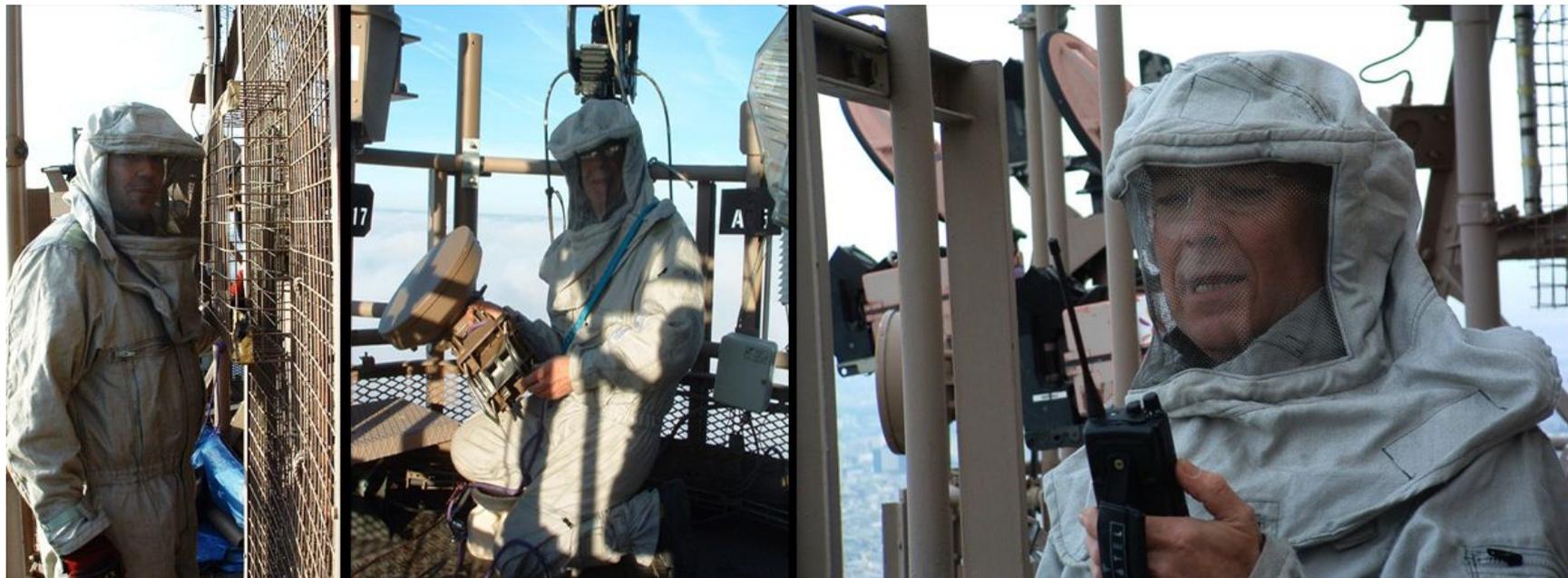
Экраны должны защищать людей со всех сторон полностью, оставляя только рабочий проем. Масса переносного экрана не должна превышать 15 кг.

Когда установка экранов невозможна, люди в РУ должны работать в экранирующей одежде. Исключение составляют работы в цепях напряжением менее 1000 В без снятия напряжения и работы при температуре окружающей среды выше 30°C.

Экранирующая одежда является наиболее экономичным средством защиты персонала подстанций от влияния электрического поля. Она выпускается в трех модификациях: экранирующий костюм для ремонтников, экранирующий халат для дежурного персонала и зимняя экранирующая одежда.

В комплект экранирующей одежды входит специальная обувь (электропроводящая или с электропроводящей подошвой), экранирующие перчатки, каска и экран для лица.

Средства индивидуальной защиты – экранирующие костюмы и ограждения

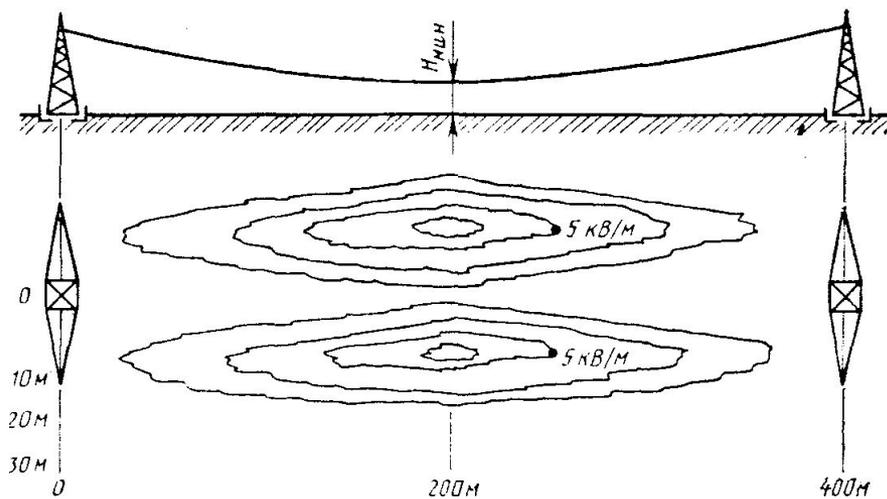
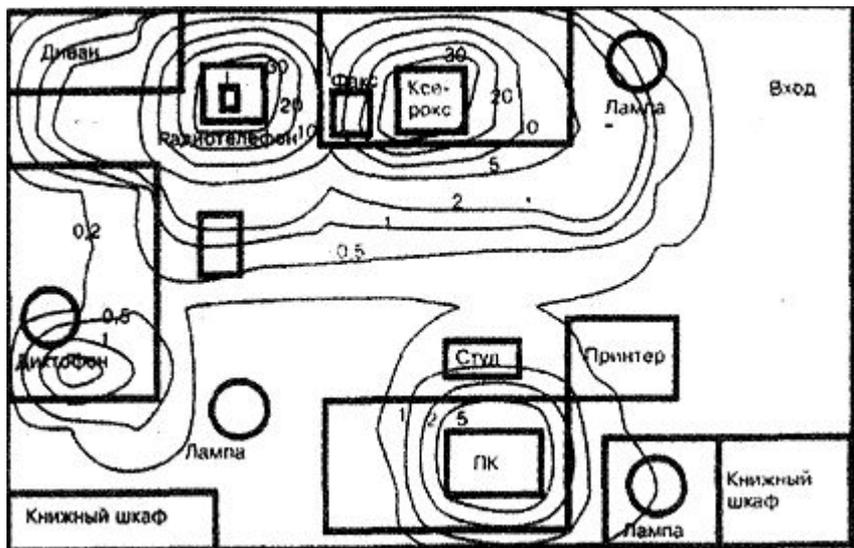
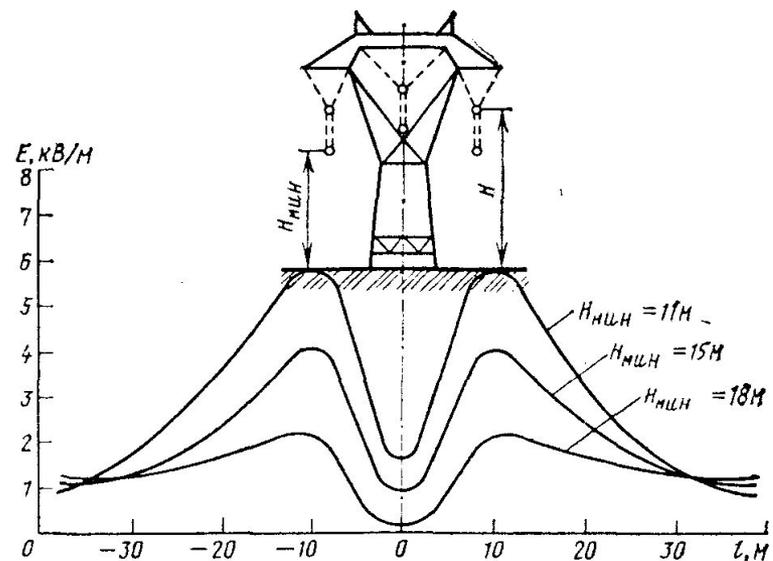
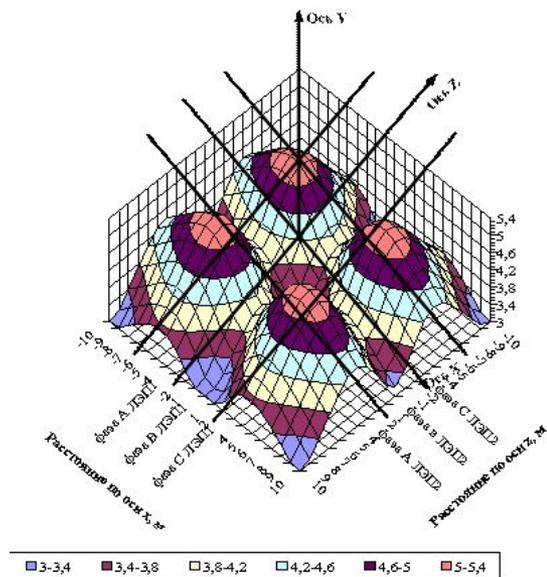


- 1 - мелкая проволочная сетка;
- 2 – шлем с сетчатым покрытием;
- 3 – обувь с проводящей подошвой;
- 4 – проводящие перемычки.

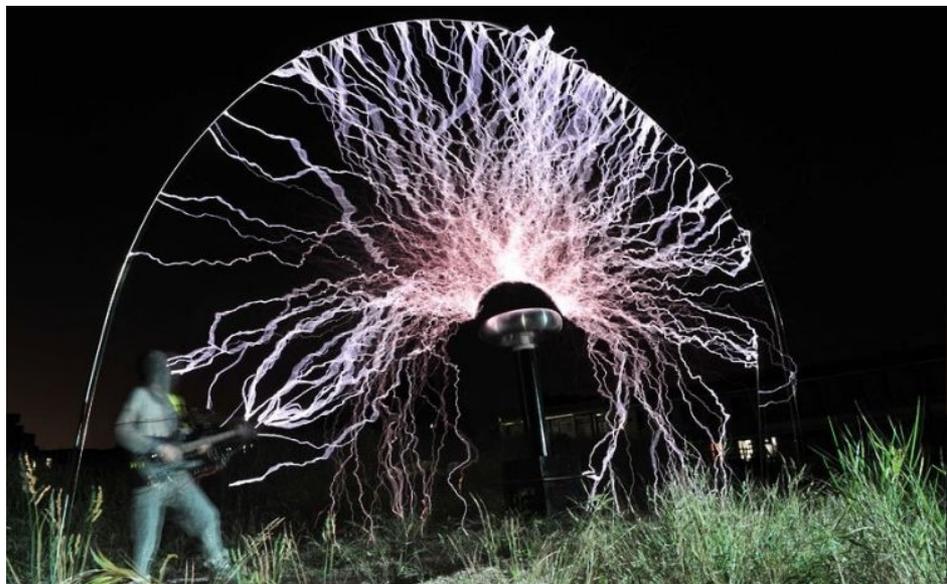
Состав: 97% хлопок, 3% мелкая проволочная сетка

**Защита: 45 дБ / 200 МГц до 18 дБ / 2400 МГц,
99 995% до 98%**

Карты распределения напряженности электрического поля



Зависимость изменения напряженности электрического поля и его распределение в земле ВЛ 380 кВ



Китайский музыкант Wang Zengxiang играет на гитаре и показывает потрясающий трюк, как миллион вольт энергии, созданной в трансформаторной катушке Тесла проходят через его тело.

А это секрет трюка: специальный экранирующий костюм, в котором исполнитель изолирован от тока





Защита крыши с чередующимися слоями алюминиевой фольги и изоляционного материала



ПТЭ, п.5.4.2. Класс изоляции электрооборудования должен соответствовать номинальному напряжению сети, а устройства защиты от перенапряжений - уровню изоляции электрооборудования.

При расположении электрооборудования в местностях с загрязненной атмосферой на стадии проектирования должно быть выбрано оборудование с изоляцией, обеспечивающей надежную работу без дополнительных мер защиты.

При эксплуатации РУ следует учитывать, что стандартная изоляция их оборудования предназначена для работы при максимальной температуре окружающего воздуха не выше 40 °С и высоте над уровнем моря не более 1000 м.

В районах с загрязненной атмосферой проектами ОРУ должно предусматриваться оборудование с усиленной изоляцией, т.е. с большей длиной пути токов утечки.

В действующих РУ усиление изоляции выполняют путем замены изоляторов на грязестойкие либо включением в изоляционную конструкцию (гирлянда, опорный изолятор, ввод) дополнительных элементов.

Особое место занимает защита изоляции КРУН, где происходят массовые перекрытия изоляторов из-за загрязнения и увлажнения в результате конденсации влаги на их поверхности. Повышение надежности достигается путем создания в шкафах КРУН микроклимата (регулируемых систем подогрева и вентиляции), созданием некоторого избыточного давления или применением гидрофобных паст.

Большинство загрязняющих веществ, отлагающихся на поверхности изоляторов, в сухом состоянии незначительно сказывается на их разрядных характеристиках. Однако при морозящем дожде, тумане или мокром снеге загрязняющий слой становится проводящим. Увлажнение загрязняющего слоя может происходить и в результате конденсации влаги на поверхности изолятора. В зависимости от тока утечки, обусловленного свойствами загрязняющего вещества и степенью его увлажнения, будет происходить либо подсыхание загрязняющего слоя, либо возникновение разрядов на поверхности изолятора, а в дальнейшем - его перекрытие.

ПТЭ, п.5.4.2. ... При эксплуатации оборудования с негрязестойкой изоляцией в местах с загрязненной атмосферой должны быть осуществлены меры, обеспечивающие надежную работу изоляции: в открытых распределительных устройствах (ОРУ) - усиление, обмывка, очистка, покрытие гидрофобными пастами; в закрытых распределительных устройствах (ЗРУ) - защита от проникновения пыли и вредных газов; в комплектных распределительных устройствах (КРУ) наружной установки - уплотнение шкафов, обработка изоляции гидрофобными пастами и установка устройств электроподогрева с ручным или автоматическим управлением.

Во время эксплуатации систематически производится очистка изоляторов на отключенном оборудовании путем протирки их вручную.

В ЗРУ 6-10 кВ некоторое применение находит очистка изоляторов под напряжением с помощью пылесоса и полых штанг из изоляционного материала со специальными наконечниками в виде фигурных щеток.

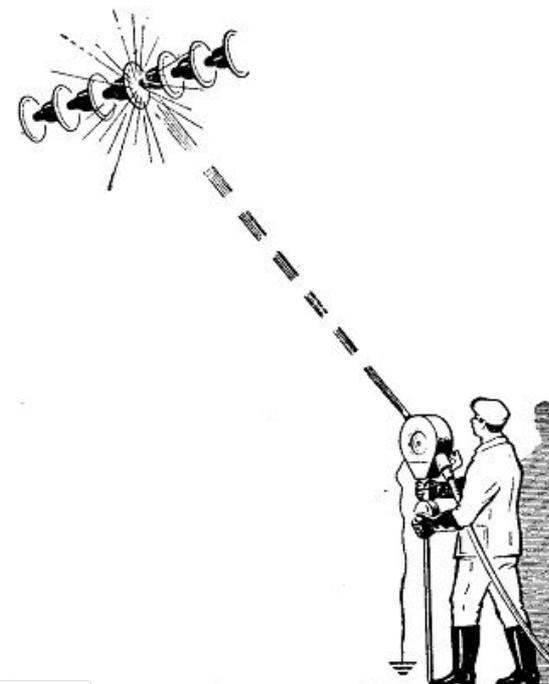
Для ОРУ применяется также обработка поверхности изоляторов гидрофобными пастами, обволакивающими частицы загрязненного вещества, вследствие чего частицы оказываются изолированными одна от другой. Кроме того, поскольку гидрофобная паста обладает водоотталкивающими свойствами, на поверхности изоляторов не образуется сплошной водяной пленки.

В отдельных случаях применяется подогрев изоляторов путем установки у их основания нагревательных элементов с отражателями. Вот почему в условиях загрязнения вводы силовых трансформаторов, подогреваемые теплом, выделяющимся в работающем трансформаторе, перекрываются значительно реже, чем вводы выключателей и изоляторы разъединителей.

Эффективным методом очистки фарфоровых и стеклянных изоляторов ВЛ 3-500 кВ является обмыв их струей воды.

Длина струи воды при обмывке изоляторов в ОРУ без снятия напряжения

Номинальное напряжение установки, кВ	Длина сплошной струи, м, при избыточном давлении				Длина прерывистой струи, м
	4 кгс/см ²		8 кгс/см ²		
	при диаметре ствола (спрыска), мм				
	12	22	12	22	
6—10	2,5	4,0	2,5	4,0	—
35	2,5	5,0	3,5	8,0	2,5
110	4,0	7,0	7,0	12,0	3,5
220	6,0	9,0	10,0	15,0	5,0



Обмывка изоляторов под напряжением в ОРУ прерывистой струей воды с помощью прерывателя.

Обмыв изоляторов может производиться непрерывной струей воды низкого (менее 1,0 МПа) или высокого (более 1,0 МПа) давления. При обмыве изоляции струей воды давлением 1,5-2,5 МПа на выходе (диаметр насадки 4-6 мм) достигается экономичный расход воды, а усилия на конце струи достаточны для смыва плотных загрязнений.

Эффективным методом очистки внешней изоляции электрооборудования 35-750 кВ является обмыв изоляции струей воды без отключения оборудования. Технология обмыва основана на результатах специальных исследований электрических и гидродинамических испытаний и подтверждена многолетним практическим опытом. Этот способ очистки изоляции позволяет смывать, практически, все виды загрязнений. Обмыв изоляции должен производиться специально обученным персоналом.

ПТЭ, п.5.4.3. Температура воздуха внутри помещений ЗРУ в летнее время должна быть не выше 40 °С. В случае ее превышения должны быть приняты меры к понижению температуры оборудования или охлаждению воздуха.

Температура в помещении комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией (КРУЭ) должна быть в пределах требований эксплуатационной технической документации изготовителя.

Электрооборудование рассчитывается на длительную работу в номинальном режиме при среднесуточной температуре окружающего воздуха 35 °С. Температура внутри помещений ЗРУ зависит как от температуры наружного воздуха, так и от количества тепла, выделяемого шинами, реакторами, а также выключателями, разъединителями, конструкциями, шинодержателями и т.д. Уменьшение выделения тепла может достигаться путем снижения нагрузки на шины.

Для того, чтобы температура оборудования и шин в ЗРУ не превышала допустимой, выделяющееся тепло посредством естественной приточно-вытяжной вентиляции должно отводиться наружу помещения. Вентиляционные отверстия для притока воздуха располагаются несколько выше уровня пола, вытяжные - в верхней части помещения. Если естественная вентиляция не обеспечивает отвода тепла, устраивают принудительную.

КРУЭ рассчитаны на длительную работу при температуре окружающего воздуха не ниже 5 °С. Поэтому в помещении необходимо применять нагревательные устройства, обеспечивающие эту температуру в зимнее время.

ПТЭ, п.5.4.4. Должны быть приняты меры, исключая попадание животных и птиц в помещение ЗРУ, камеры КРУ.

Покрытие полов должно быть таким, чтобы не происходило образования цементной пыли.

В ЗРУ из года в год повторяются случаи перекрытия опорных изоляторов и вводов аппаратуры и трансформаторов вследствие попадания на них крыс и кошек, проникающих через вентиляционные отверстия, неплотно прикрытые двери и незаделанные проемы в местах прохода кабелей.

Для предупреждения упомянутых явлений необходимо тщательно заделывать и уплотнять проемы в стенах, перегородках и перекрытиях и систематически контролировать состояние уплотнений, учитывая, что крысы могут их со временем прогрызть. Вентиляционные отверстия необходимо снабжать жалюзи или металлическими сетками с ячейками размером не более 20x20 мм.



Мастика
терморасширяющаяся
огнезащитная МТО.

Применяется для заделки сквозных отверстий для кабельных проходок, как одиночных, так и пучков, заделка проходок. Вспучивается, увеличиваясь в объёме под воздействием огня, термостойкая, не горит, не пропускает дым, газ воду.



Системы герметизации "Roxtec" - кабельные проходки и вводы, панели ввода фидеров, проходки для труб, высоковольтных шин и других проводников любых форм и размеров.

Гарантируют безопасность, эффективность и долговременную работоспособность оборудования во многих отраслях. Защищают от таких факторов риска, например таких как: огонь, газ, вода, пыль, ударные нагрузки.

Цементная пыль, образующаяся со временем в помещениях ЗРУ с бетонными полами в результате истирания поверхности последних, загрязняет изоляцию и размещенную в коридорах управления аппаратуру. В связи с этим широко применяется окраска бетонных полов масляной и другими красками.

Особое внимание должно быть обращено на качество и состояние полов в помещениях, где расположены КРУ с выкатными тележками.

В этих помещениях происходит разрушение полов в результате выкатывания и перекачивания тяжелых тележек с оборудованием. Так, тележка с выключателем ВЭМ-6 КРУ типа К-Х имеет массу больше 1 т. Обычные бетонные полы и полы, покрытые метлахской плиткой, не выдерживают подобной нагрузки.

Для полов повышенной прочности используют в качестве заполнителя гранитную или мраморную крошку.

Для выкатывания тележек из шкафов, что является наиболее частой операцией, целесообразно применять направляющие из скрепленных металлических уголков. Помимо сохранения пола, такие направляющие облегчают выкатывание и вкатывание тележек.

ПТЭ, п.5.4.4. ...Помещение РУ, в котором установлены ячейки КРУЭ, а также помещения для их ремонта и технического обслуживания должны быть изолированы от других помещений и улицы. Стены, пол и потолок должны быть окрашены пыленепроницаемой краской. Уборка помещений КРУЭ должна производиться мокрым или вакуумным способом. Помещения должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией с отсосом воздуха снизу. Воздух приточной вентиляции должен проходить через фильтры, предотвращающие попадание в помещение пыли.

Помещения с ячейками КРУЭ должны быть оборудованы устройствами, сигнализирующими о недопустимой концентрации элегаза и включающими приточно-вытяжную вентиляцию.



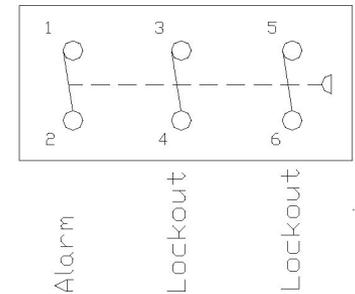
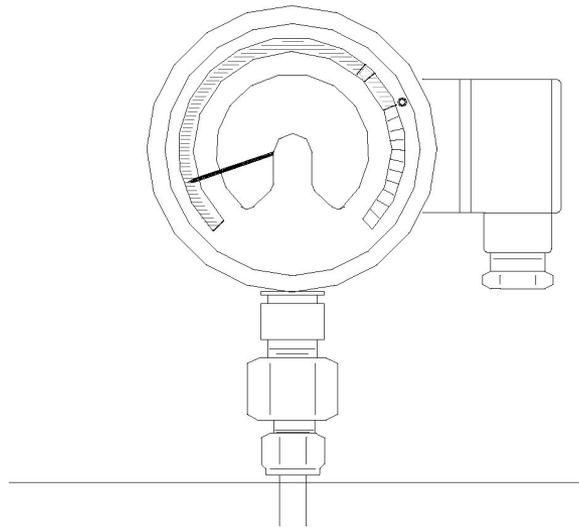
Элегаз тяжелее воздуха, и его возможная утечка предопределяет необходимость контроля его концентрации на уровне пола и в подвальных помещениях и передачу сигнала об утечке на диспетчерский пульт.

Кроме того, поиск и определение места утечки элегаза связаны с применением специальных течеискателей и требуют определённой квалификации персонала.

При разработке 15-го издания ПТЭ требования пункта 5.4.4 основывались на заверениях различных НИИ о реальном выпуске таких устройств. Однако до настоящего времени они – в стадии опытно-промышленных образцов.

Контроль утечки элегаза может быть осуществлен по показаниям плотномеров, установленных в каждом объеме КРУЭ и имеющих нормативные уставки допустимого снижения плотности

Плотномеры для элегаза SF₆.



Погрешность (относительно области измерения)
1% при температуре окружающей среды +20°C
2,5% при температуре окружающей среды от -20°C до +60°C

ПТЭ, п.5.4.6. Кабельные каналы и наземные лотки ОРУ и ЗРУ должны быть закрыты несгораемыми плитами, а места выхода кабелей из кабельных каналов, туннелей, этажей и переходы между кабельными отсеками должны быть уплотнены несгораемым материалом.

Туннели, подвалы, каналы должны содержаться в чистоте, а дренажные устройства - обеспечивать беспрепятственный отвод воды.

Пожары в кабельных туннелях в случае их возникновения интенсивно распространяются, трудно поддаются тушению, охватывают силовые и контрольные кабели, что может привести к весьма тяжелым авариям.

Пожары часто возникают из-за загорания неубранного строительного и прочего мусора, ветоши, деревянных строительных конструкций. Поэтому в кабельных помещениях запрещается устройство каких-либо временных сооружений, хранение в них материалов и оборудования, особенно неиспользованных кабелей.

При перегрузке кабелей, особенно в жаркое время года, возможно появление потеков битумной массы из-под брони кабелей или из-под поливинилхлоридной шланговой оболочки в случае ее повреждения. Потеки эти должны убираться.

При появлении в кабельных помещениях масла или масляной эмульсии, мазута или газа необходимо немедленно выяснить причины и источники их попадания и принять меры, предотвращающие подобные явления, и меры по очистке или вентиляции помещений.

Следует контролировать заделку всех проемов, особенно проемов, ведущих в шахты, поскольку при незаделанных проемах создается тяга воздуха, недопустимая в случае возникновения пожара. Через проемы могут попадать также искры при огневых работах в смежных помещениях, мусор, непотушенные спички и т.д. По тем же причинам следует контролировать плотность закрытия люков и дверей, как секционных, так и выходных.

Для того, чтобы пожар в кабельных каналах РУ не мог распространиться на оборудование, каналы должны быть закрыты несгораемыми, металлическими или железобетонными плитами.

ПТЭ, п.5.4.10. Распределительные устройства напряжением 3 кВ и выше должны быть оборудованы блокировкой, предотвращающей возможность ошибочных операций разъединителями, отделителями, выкатными тележками комплектных РУ (КРУ) и заземляющими ножами. Блокировочные замки с устройствами опломбирования должны быть постоянно опломбированы.

Схема и объем блокировочных устройств определяются: по РУ, находящимся в ведении диспетчера ОДУ, решением технического руководителя АО-энерго, по остальным РУ - решением технического руководителя энергообъекта.

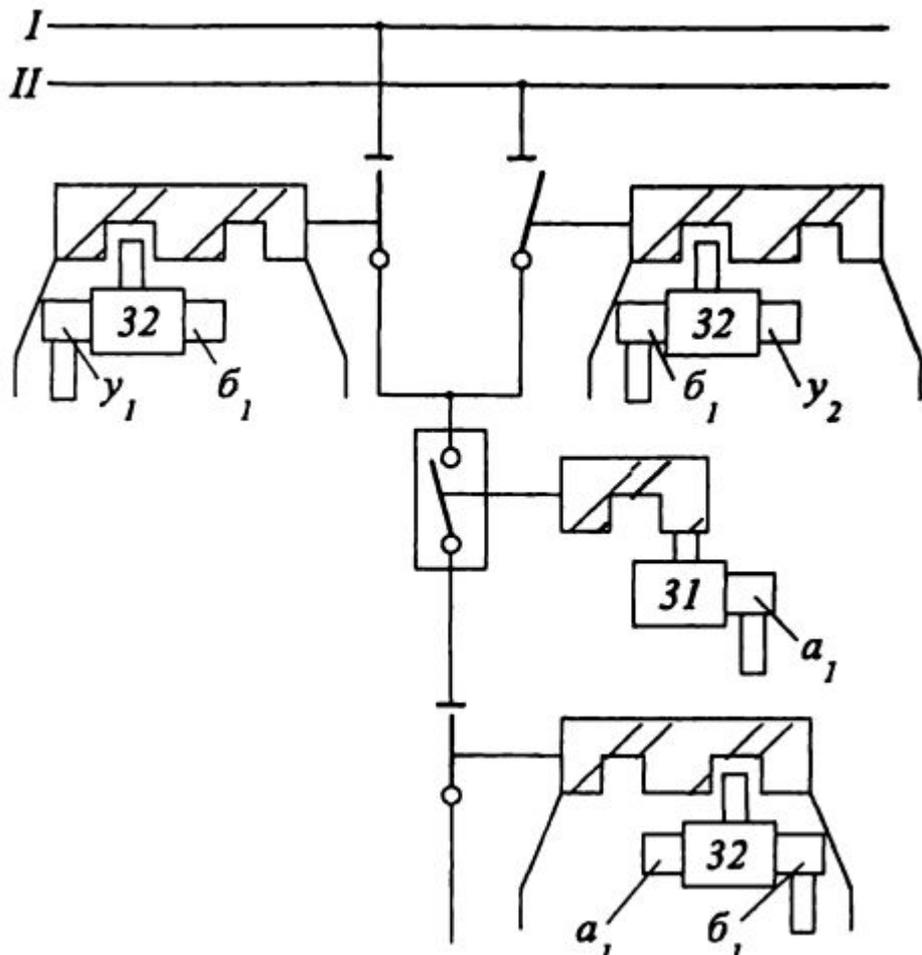
Блокировка разъединителей с выключателями должна запрещать отключение и включение разъединителя при включенном выключателе.

Блокировка заземляющих ножей с разъединителями должна исключать как возможность подачи разъединителем напряжения на заземленный участок цепи, так и включение заземляющих ножей на участок цепи, не отделенный разъединителями от участков, находящихся под напряжением.

Блокировка заземляющих ножей, находящихся по обе стороны выключателя, выполняется таким образом, чтобы включение заземляющих ножей с одной стороны выключателя оказывалось возможным только при отключенном разъединителе по другую его сторону, а включение разъединителя по одну сторону выключателя оказывалось возможным при отключенных заземляющих ножах по другую сторону выключателя.

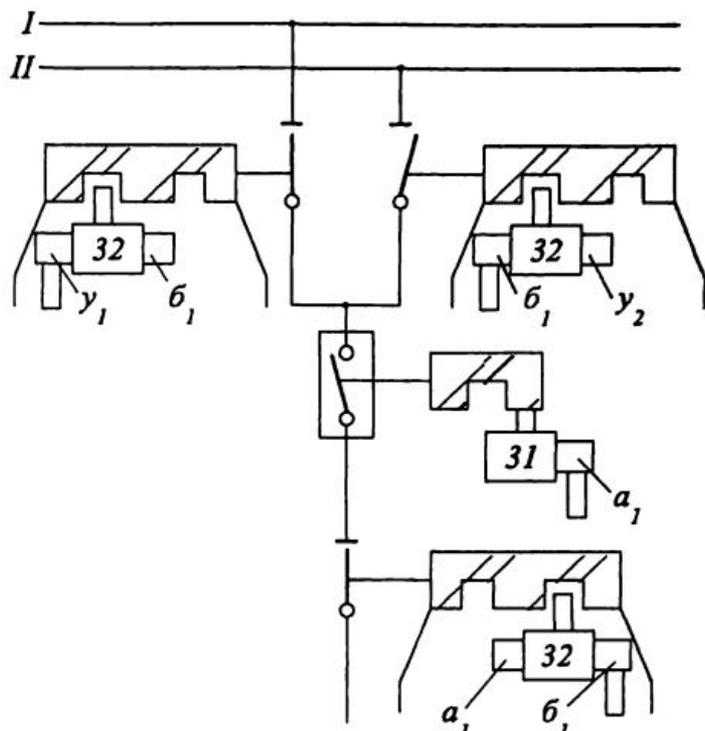
При подобной схеме исключается возможность подачи напряжения выключателем на заземленный участок цепи. Для однополюсных разъединителей, управляемых посредством оперативной штанги, в схему блокировки включается запор ограждающей их сетки.

Принципиальная схема двухключевой механической блокировки разъединителей с выключателями при двух системах шин



Механическая ключевая блокировка основана на применении блок-замка особой конструкции, ключи из которого могут быть вынуты только при определенном положении замка. Секретные прорезы в крышках замков, секретные выступы и паз в ключах выполняются по специальной таблице секретов. Каждое присоединение оснащается замками с одним номером секрета, что не позволяет ключи блок-замков одного присоединения применять на другом.

Преимущество подобной системы блокировки заключается в том, что для ее устройства не требуется прокладка электрических цепей ко всем блокируемым элементам и установка на них блок-контактов. Однако при ее применении выполнение оперативных переключений по времени затягивается, что особенно сказывается в схемах с двумя системами шин и большим числом присоединений.



После отключения выключателя ключ **a1** поворачивают на 180°, вынимают из блок-замка, вставляют в свободную крышку блок-замка линейного разъединителя. Затем одновременным поворотом этого ключа и ключа **b1**, блок-замка отпирают и отключают линейный разъединитель. Обратным поворотом обоих ключей блок-замок запирает привод в отключенном положении, после чего можно вынуть освобожденный ключ **b1**.

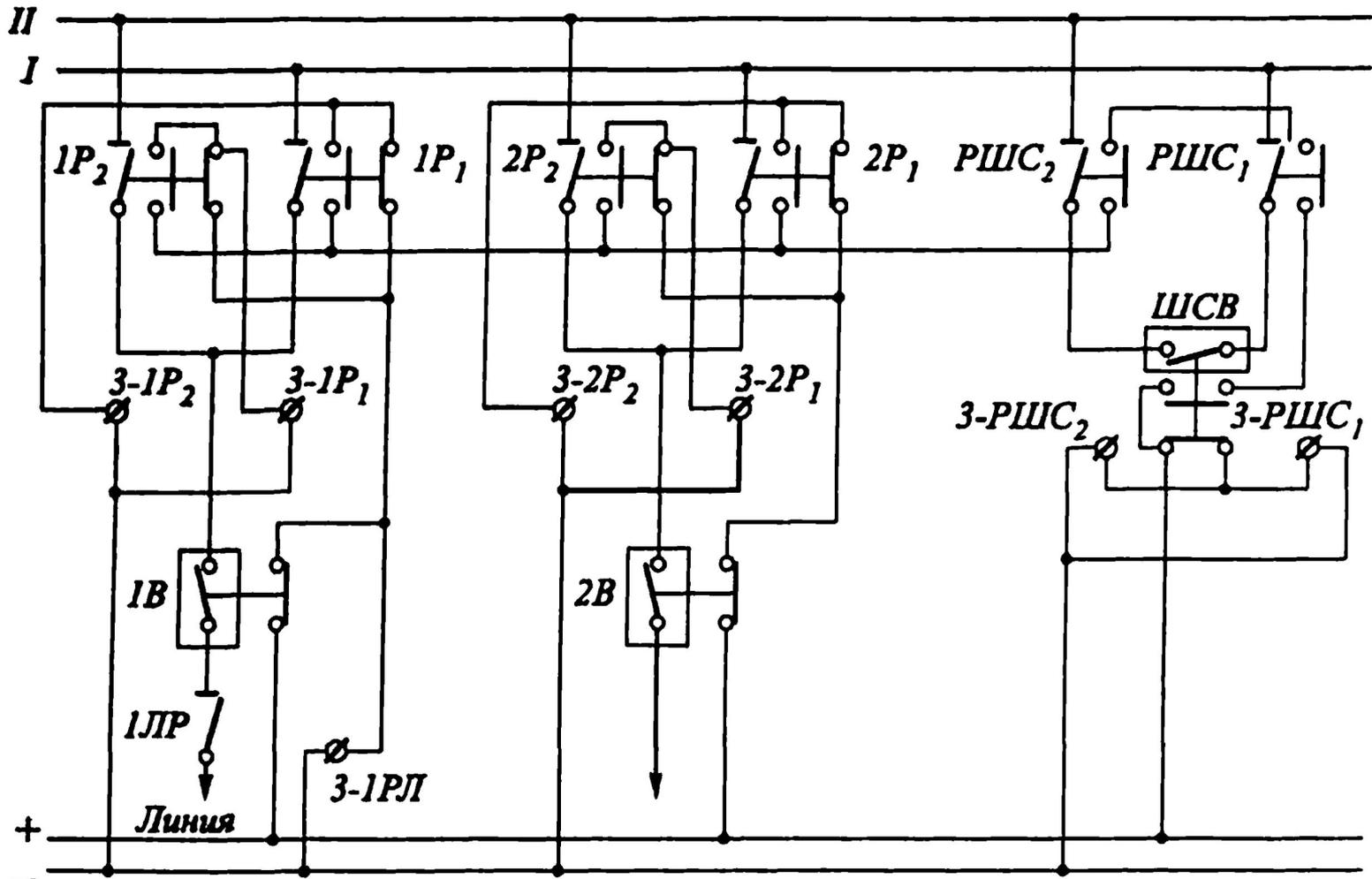
Ключ **b1** вставляют в свободную крышку блок-замка шинного разъединителя первой рабочей системы шин и, поворачивая его одновременно с ключом **y1**, отпирают привод и затем отключают разъединитель. Обратным поворотом ключей привод запирается в отключенном положении, после чего ключ **b1** оказывается закрытым экраном, а освобожденный ключ **y1** вынимается из замка и помещается в своей крышке в специальной обменной рейке РМН1 (на схеме не показана).

Манипуляции с блок-замками при сборке схемы выполняются в обратном порядке.

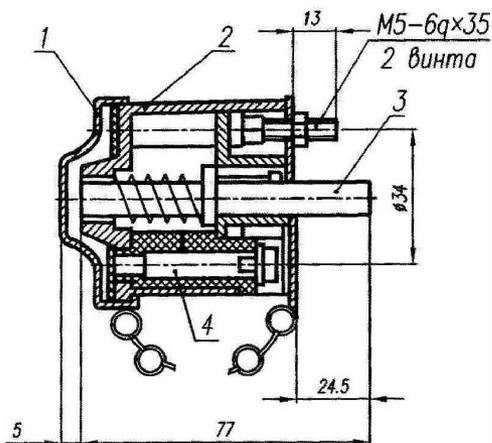
Обменные рейки служат для хранения ключей от блок-замков шинных разъединителей. Ключи могут быть получены из замков обменной рейки соответствующей системы шин только после включения шиносоединительного выключателя и его разъединителей или после включения шинных разъединителей присоединения развилки, замыкаемых при переводе присоединений с одной системы шин на другую при отсутствии шиносоединительного выключателя.

Механическая ключевая блокировка делает также невозможным включение выключателя при промежуточном положении разъединителя.

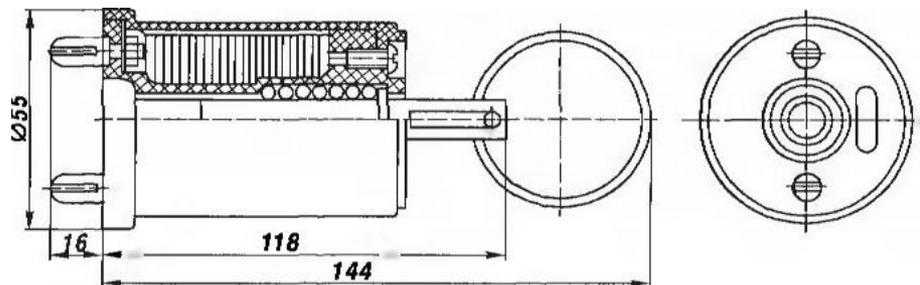
В электромагнитной блокировке выполнение условий, разрешающих операции с разъединителями и их заземляющими ножами контролируется электромагнитным замком, в цепь катушки которого включены блок-контакты разъединителей выключателя.



Замок ЗБ-1М



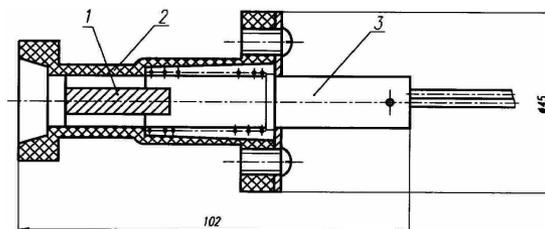
Ключ КЭЗ-1М



Для разблокировки замка необходимо подать напряжение постоянного тока на зажимы замка, установить в штепсельный разъем ключ **КЭЗ-1М** и нажав на шток ключа, подать его до соприкосновения со штоком замка. Потянув за кольцо штока ключа до выхода фиксирующего элемента из корпуса и повернуть шток по часовой стрелке. Блокировка зафиксируется в разблокированном положении. Для приведения блокировки в исходное положение необходимо повернуть шток ключа до совпадения фиксирующего элемента с пазом корпуса и вытянуть ключ из разъема. Под действием пружины шток займет первоначальное положение. Блок-замок находится в заблокированном состоянии.

Для аварийного разблокирования замка необходимо магнитный ключ **КМ-1** установить на конусном выступе замка, и нажав на шток ключа, подать его до соприкосновения со штоком замка и потянуть за кольцо. Для приведения блокировки в исходное положение необходимо с усилием снять ключ с замка. Под действием пружины шток замка займет первоначальное положение. Блок-замок находится в заблокированном состоянии.

Перед оперированием замками категории размещения 1 предварительно необходимо снять уплотнительную крышку.

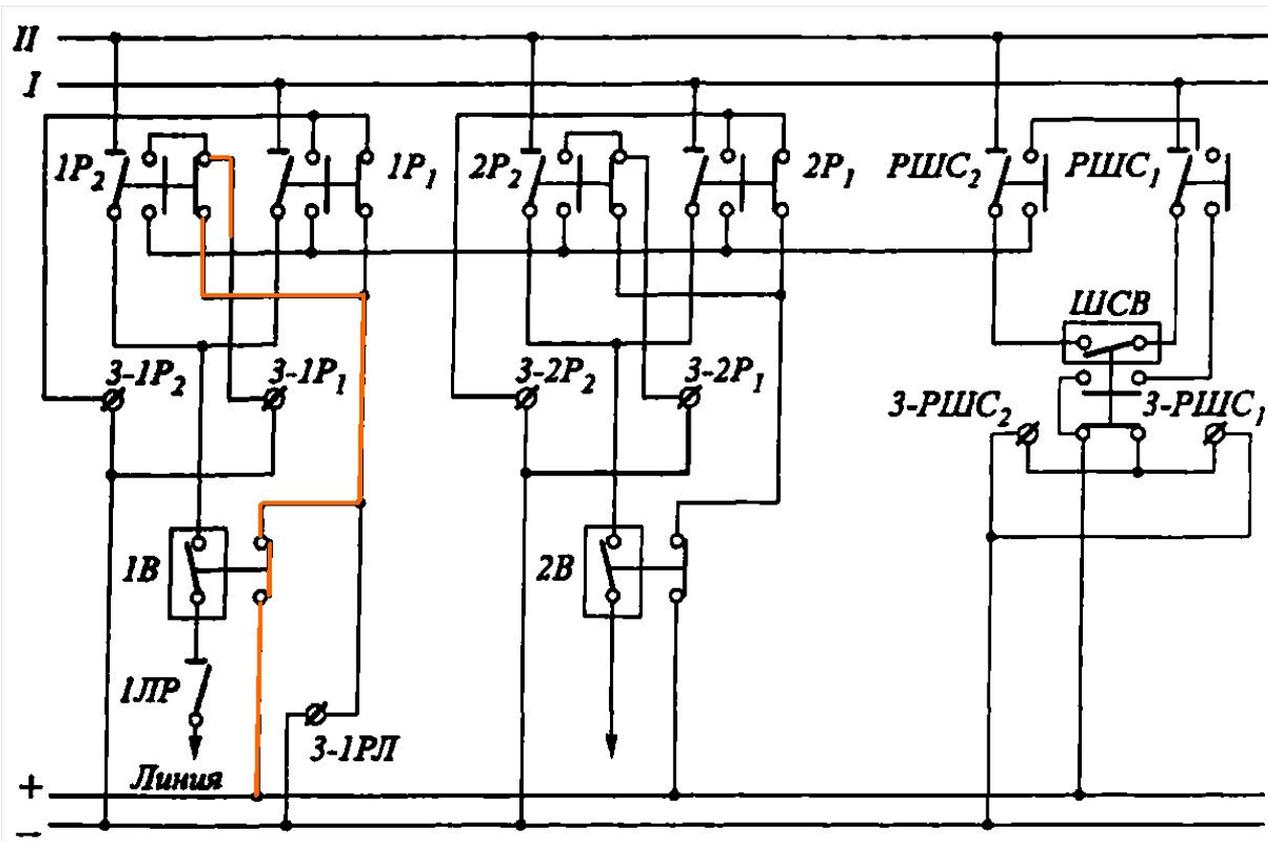


КМ-1



elec.ru





Из рисунка видно, что при двух системах шин питание к блок-замку 3-1P1 (блокирует шинный разъединитель линии на первую систему шин) напряжение подводится, когда:

а) отключены выключатель 1B и шинный разъединитель на вторую систему шин 1P₂;

б) включены междушинный выключатель ШСВ и его разъединители PШС₁ и PШС₂, а также включен разъединитель на вторую систему шин 1P₂.

Таким образом, при нарушении условий блокировки напряжение к соответствующему блок-замку не подводится, и он не может быть отперт электромагнитным ключом.

ПТЭ, п.5.4.12. Для наложения заземлений в РУ напряжением 3 кВ и выше должны, как правило, применяться стационарные заземляющие ножи. В действующих электроустановках, в которых заземляющие ножи не могут быть установлены по условиям компоновки или конструкции, заземление осуществляется с помощью переносных заземлителей. Рукоятки приводов заземляющих ножей должны быть окрашены в красный цвет, а заземляющие ножи, как правило, - в черный.