

Библиотека
ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

621.38
У-61

А. И. ЦИМБЕРОВ



**Монтаж
подстанционных
и аппаратных
изоляторов**



621.3x

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Выпуск 217

А. И. ЦИМБЕРОВ

МОНТАЖ ПОДСТАНЦИОННЫХ
И АППАРАТНЫХ
ИЗОЛЯТОРОВ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»
МОСКВА 1967 ЛЕНИНГРАД

13526/a

13526/a

Редакционная коллегия:

Большам Я. М., Долгов А. Н., Ежков В. В., Каминский Е. А.,
Мандрыкин С. А., Синьчугов Ф. И., Смирнов А. Д., Устинов П. И.

УДК 621.315.62.002.72(04)

Ц61

В брошюре приводятся основные сведения об изоляторах, применяемых в распределительных устройствах напряжением 6 кв и выше. Дается краткое описание их конструкций, рассматриваются основные технические требования к изоляторам. Описаны методы монтажа, ремонта и профилактических испытаний изоляторов перед монтажом и после их ремонта, излагаются основные правила техники безопасности методов работ при монтаже изоляторов.

Брошюра предназначена для квалифицированных электромонтеров, занятых монтажом электрооборудования распределительных устройств.

Цимберов Абрам Иосифович

Монтаж подстанционных и аппаратных изоляторов.

М.—Л., изд-во «Энергия», 1967, 72 с. с черт.
(Б-ка электромонтера, Вып. 217)

3-3-9

117-67

Редактор *М. М. Каетанович*

Техн. редактор *В. В. Зеркаленкова*

Корректор *А. Д. Халанская*

Сдано в набор 3/Х 1966 г.

Подписано в печать 29/ХП 1966 г.

Бумага типографская № 2 84×108¹/₃₂ Физ. печ. л. 2,25

Усл. печ. л. 3,78

Уч.-изд. л. 3,7

Т-16853

Тираж 18 000 экз.

Цена 13 коп.

Зак. 2671

Издательство «Энергия», Москва Ж-114,

Шлюзовая наб., 10.

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР.

Шлюзовая наб., 10.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из элементов распределительных устройств электростанций, подстанций и аппаратов высокого напряжения являются изоляторы.

От надежности работы изоляции распределительных устройств и электроаппаратуры зависит безаварийная работа энергосистем.

Исторический план полной электрификации страны, принятый программой Коммунистической партии Советского Союза, выдвигает перед нашей энергетикой огромные задачи по строительству гигантских электростанций и дальнейшему объединению энергосистем Советского Союза в единую энергосистему.

В связи с этим планом возникают сложные технические проблемы по созданию электроаппаратуры с очень высокими техническими показателями, дальнейшему повышению производительности труда на строительных и монтажных работах и внедрению наиболее прогрессивных методов труда на строительстве и монтаже.

За последние годы в производстве изоляторов высокого напряжения достигнут значительный прогресс.

Созданы фарфоровые изоляторы для распределительных устройств 500 кВ переменного тока и 800 кВ постоянного тока, которые успешно эксплуатируются в течение длительного времени, осваиваются также изоляторы на 750 кВ переменного тока и 1000 кВ постоянного тока.

Внедряются новые высокопрочные материалы специального состава (фарфор, стекло), благодаря которым удается впервые создать высокопрочные изоляторы, например подвесной изолятор на 30 т.

Все большее распространение получают стеклянные изоляторы.

Все это требует от персонала, занятого на электро-монтажных работах, глубокого знания оборудования, а также правил монтажа этого оборудования.

При составлении брошюры учтен передовой опыт предприятий и организаций по производству и монтажу подстанционных изоляторов, а также инструкции и указания Союзглавэнерго при Госплане СССР и Министерства энергетики и электрификации СССР.

Все замечания и пожелания просьба направлять по адресу: Москва, Ж-114, Шлюзовая набережная, изд-во «Энергия».

1. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗОЛЯТОРАХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Распределительные устройства (РУ) на электростанциях и подстанциях служат для приема электроэнергии от генераторов электростанций, от трансформаторов или линий электропередачи и для распределения принятой электроэнергии между потребителями.

В состав РУ входят: коммутационная аппаратура, устройства защиты и автоматики, шинопроводы, измерительные приборы и др.

В зависимости от назначения РУ делятся на: главные, служащие для приема электроэнергии от генераторов;

собственных нужд, служащие для обеспечения электроэнергией собственных нужд электростанции;

цеховые, служащие для питания цехов электростанции;

повышающих и понижающих подстанций, служащие для распределения электроэнергии после повышения или понижения напряжения в трансформаторах.

Распределительные устройства подразделяются на закрытые распределительные устройства (ЗРУ), в которых оборудование размещено в закрытых помещениях, и открытые (ОРУ), в которых оборудование размещается на открытом воздухе.

По конструктивному исполнению закрытые распределительные устройства разделяются на три основные группы:

с закрытыми или открытыми камерами в зависимости от типа применяемых выключателей (рис. 1);

сборные, в которых узлы, каркасы, опорные части изготавливаются на заводах, на месте производится сборка узлов и установка аппаратуры (рис. 2);

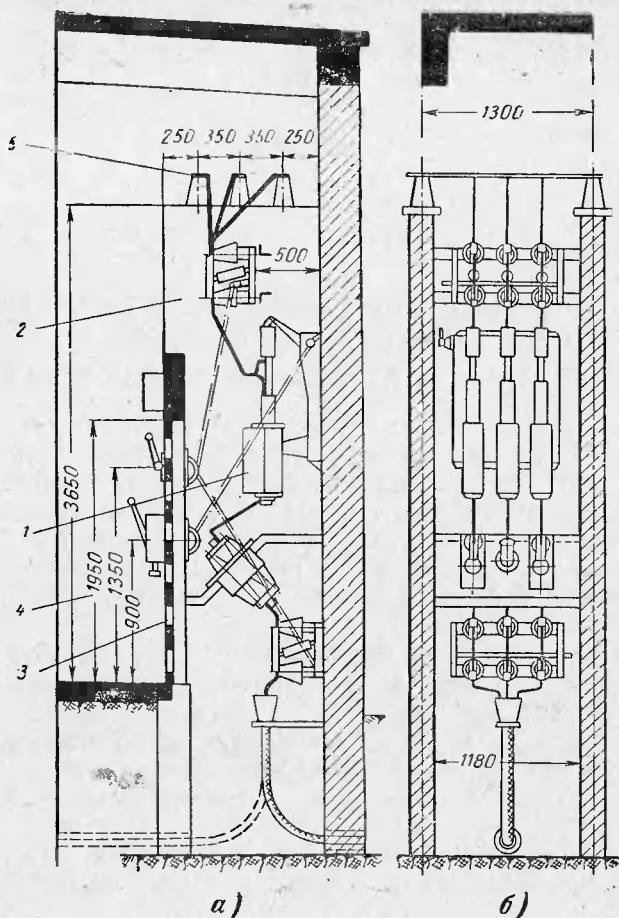


Рис. 1. Закрытое РУ на 6—10 кВ с открытыми камерами.
а — поперечный разрез; *б* — вид на камеру; 1 — выключатель;
 2 — открытая камера; 3 — ограждение; 4 — коридор; 5 — сборные шины.

комплектные, которые целиком изготавливаются на заводах; комплектные распределительные устройства выпускаются как для внутренней установки (КРУ), так и для наружной установки (КРУН, рис. 3).

Закрытые РУ и КРУ сооружаются большей частью на напряжение до 10 кВ, однако в районах с сильно загрязненной атмосферой с целью защиты внешней изоляции от загрязнений ЗРУ сооружаются на 35 и 110 кВ,

а иногда и 220 кВ; ОРУ сооружаются, как правило на напряжение 35 кВ и выше.

На рис. 4 показано ОРУ на 35 кВ с железобетонными опорами.

Применение КРУ и КРУН дает возможность достигнуть высокой степени индустриализации строительно-

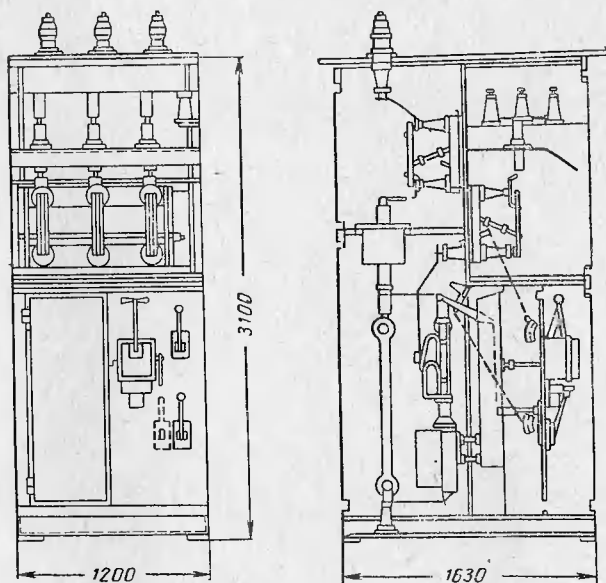


Рис. 2. Ячейка сборной конструкции на 3—10 кВ с выключателем ВМГ.

монтажных работ. КРУ собираются из отдельных ячеек, сборные шины монтируются на месте. КРУ в СССР выпускаются до 10 кВ с одинарной и двойной системами шин.

Еще более высокая степень индустриализации строительномонтажных работ достигается при применении комплектных трансформаторных подстанций (КТП), в состав которых входят и комплектные распределительные устройства для наружной установки (рис. 5).

В любом распределительном устройстве высокого напряжения обязательным элементом являются изоляторы, назначение которых состоит в создании надежной изоляции токоведущих частей (шин, деталей аппаратов и др.) от соседних фаз и заземленных частей.

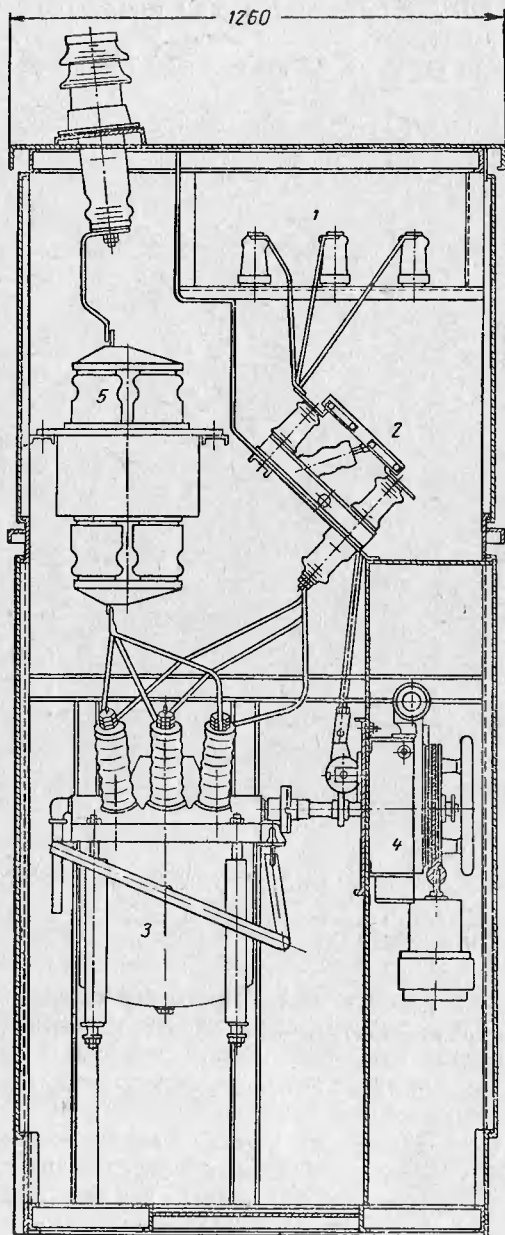


Рис. 3. Шкаф
КРУН-10 на 10 кВ
для наружной уста-
новки.

- 1 — опорные изоляторы;
2 — разъединитель; 3 —
масляный выключатель;
4 — привод выключателя;
5 — трансформатор тока.

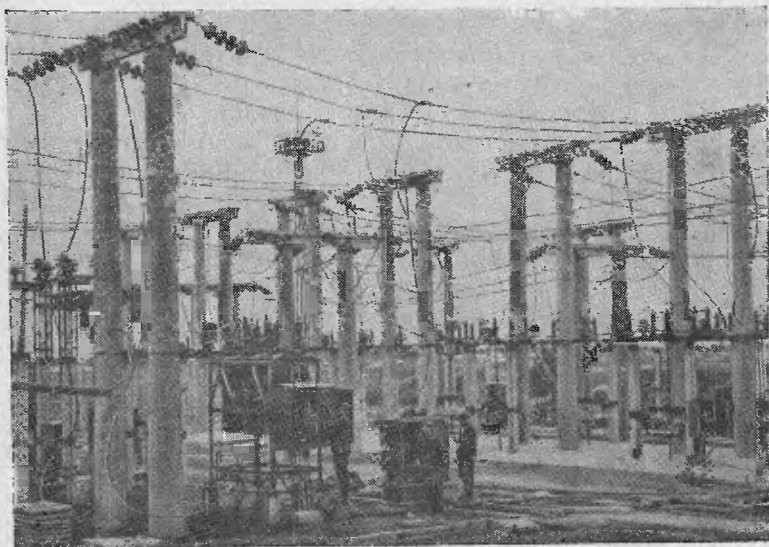


Рис. 4. Общий вид ОРУ 35 кВ на железобетонных опорах.

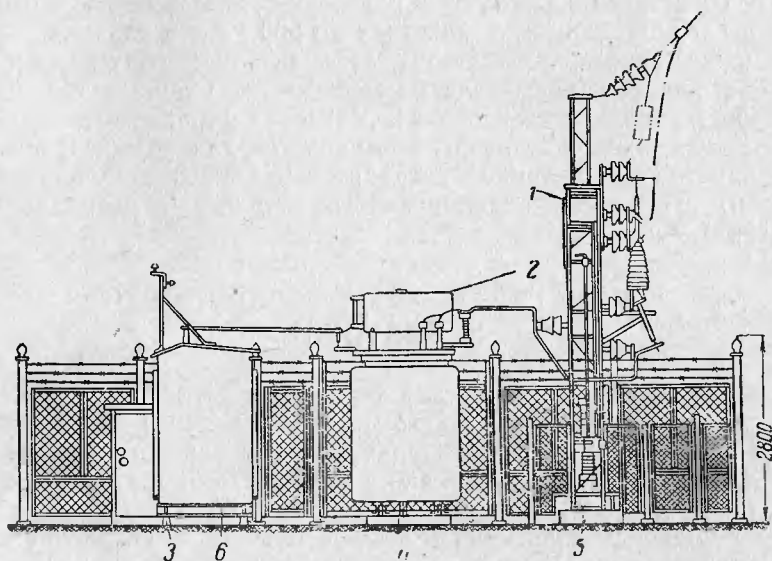


Рис. 5. Комплектная трансформаторная подстанция 35/10 кВ.

1 — распределительное устройство 35 кВ; 2 — силовой трансформатор ТМ-1800/35;
 3 — фундамент под КРУН; 4 — плита под силовой трансформатор; 5 — фунда-
 мент под РУ 35 кВ; 6 — металлическая рама под КРУН 10 кВ.

Изоляторы, применяемые в распределительных устройствах высокого напряжения, делятся на подстанционные и аппаратные. К подстанционным изоляторам относятся опорные, проходные и подвесные изоляторы. Эти изоляторы служат для изолированного крепления шин, токоведущих частей и в качестве изолирующих опор. К аппаратным изоляторам относятся специальные опорные и проходные изоляторы, служащие для крепления и изоляции токоведущих частей и вывода напряжения из аппаратов наружу, а также крышки — изоляторы, служащие в качестве сосудов для размещения в них узлов аппаратов и заполнения жидким диэлектриком.

Подстанционные и аппаратные изоляторы устанавливаются как внутри, так и вне помещений, на открытом воздухе.

В аппаратах высокого напряжения применяются следующие изоляторы:

опорные и проходные изоляторы до 35 кВ включительно внутри помещений — в разъединителях, силовых и измерительных трансформаторах, выключателях; проходные, опорно-штыревые и опорно-стержневые изоляторы — в наружных устройствах до 500 кВ — в разъединителях, короткозамкателях, заземлителях, воздушных и масляных выключателях, разрядниках, силовых трансформаторах, конденсаторах, реакторах и др.;

подвесные изоляторы применяются для подвески аппаратов (разрядников, заградителей, конденсаторов связи) и в качестве изолированных оттяжек (в разрядниках).

2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗОЛЯТОРОВ

Опорные изоляторы для внутренних установок. Опорные изоляторы могут устанавливаться как в горизонтальном, так и в вертикальном положении на металлических конструкциях или непосредственно на стенах (перегородках) зданий.

Опорные фарфоровые изоляторы для внутренних установок выпускаются промышленностью серийно по ГОСТ 7272-64 на номинальные напряжения: 1, 6, 10, 20, 35 кВ и механические разрушающие усилия на изгиб (разрыв) — 180, 375, 750, 1250, 2000, 3000, 4250 и 6000 кг.

Основной конструктивной особенностью опорных изоляторов внутренней установки является отсутствие на их поверхности резко выступающих ребер, как это имеет место в изоляторах наружной установки. Небольшие ребра в верхней части изоляторов (у колпачков) на напряжения до 35 кВ включительно вполне обеспечивают необходимые разрядные характеристики.

Материалом для изоляторов служит высоковольтный фарфор, осваиваются также опорные изоляторы на 6 и 10 кВ внутренней установки из специального стекла.

Опорные изоляторы выпускаются четырех основных типов.

Изоляторы типа ОФ (рис. 6) с внутренней полостью, с фланцем и колпачком. Эти изоляторы широко применяются в ЗРУ для ошиновки и крепления аппаратов. В зависимости от места установки фланцы имеют круглую (КР), овальную (ОВ) или квадратную (КВ) форму.

Изоляторы с круглым фланцем крепятся одним центральным болтом, для чего во фланце имеется резьбовое отверстие (рис. 6,а), изоляторы с овальным фланцем крепятся двумя болтами или шпильками через проходные отверстия (рис. 6,б), в квадратных фланцах имеются четыре отверстия для крепления «на проход» (рис. 6,в).

Фланцы изоляторов снабжены болтами для подсоединения заземления. Колпачки изоляторов имеют резьбовые отверстия для крепления шинодержателей или аппаратов.

Соединения колпачков и фланцев с фарфором производится цементной связкой, состоящей из двух частей портландцемента марки 500-600 и одной части чистого речного песка или фарфоровой крошки. Между нижним торцом фарфора и фланцем укладывается картонная (или из толстожи) прокладка, предназначенная для герметизации внутренней полости.

Изоляторы без внутренней полости (сплошные, рис. 6,г) с внутренней заделкой арматуры для крепления токоведущих деталей к изолятору и самого изолятора к конструкции.

Отличительными особенностями этих изоляторов являются уменьшенные размеры (высота и диаметр) из-за отсутствия фланцев и колпачков, а также меньший вес изоляторов. Эти изоляторы более надежны в эксплуатации, так как благодаря отсутствию внутрен-

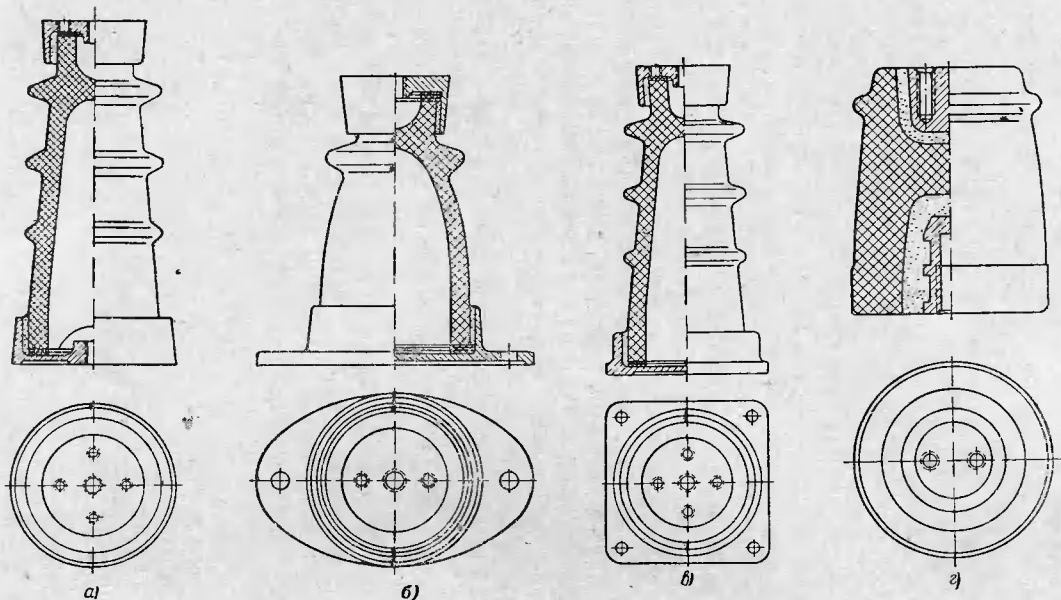


Рис. 6. Опорные изоляторы на внутренней установке.

a — тип ОФ с круглым фланцем на 6—10 кВ; *б* — тип ОФ с овальным фланцем на 6—10 кВ; *в* — тип ОФ с квадратным фланцем на 35 кВ; *г* — тип ОФ с внутренней заделкой арматуры на 6, 10, 20 кВ.

Таблица 1

Основные размеры и характеристики опорных изоляторов для внутренней установки

Тип изолятора	Номинальное напряжение, кВ	Размеры, мм		Напряженне, кВ			Напряжение импульсное, кВ _{макс}		Минимальная разрушающая нагрузка на изгиб в разрыве, кг
		наибольшая высота	размер между осями отверстий во фланце	испытательное 1 мин	выдерживаемое (в сухом состоянии)	пробивное (минимальное)	полная волна	срезанная волна	
ОФ-6-375кр	6	165	—	32	36	55	60	73	375
ОФ-6-375ов	6	165	135	32	36	55	60	73	375
ОФ-6-375п	6	100	—	32	36	55	60	73	375
ОФ-10-375кр	10	190	—	42	47	70	80	100	375
ОФ-10-375ов	10	190	135	42	47	70	80	100	375
ОФ-10-375п	10	120	—	42	47	70	80	100	375
ОФ-10-750кр	10	215	—	42	47	70	80	100	750
ОФ-10-750ов	10	215	175	42	47	70	80	100	750
ОФ-10-2000кв	10	235	155	42	47	70	80	100	2 000
ОФ-20-375кр	20	295	—	68	75	115	125	158	375
ОФ-20-2000кв	20	315	175	68	75	115	125	158	2 000
ОФ-35-375кв	35	380	—	100	110	165	195	240	375
ОФ-35-375ов	35	380	175	100	110	165	195	240	375
ОФ-35-750кв	35	400	155	100	110	165	195	240	750
ОФ-6-375	6	100	—	32	36	—	60	73	375
ОФ-10-750	10	120	—	42	47	—	80	100	750
ОФ-10-2000	10	134	—	42	47	—	80	100	750
ОФ-20-3000	20	206	—	68	75	—	125	158	3 000
ОФ-35-750	35	372	—	100	110	—	195	240	750

Примечание. Буквы „кр“ — обозначают изоляторы с круглым фланцем; „ов“ — с овальным фланцем; „кв“ — с квадратным фланцем; „п“ — с внутренней арматурой, для предохранителей; без букв — изоляторы с внутренней заделкой арматуры.

ней полости снижается возможность пробоя внутренней перемычки. Указанные преимущества дают возможность особенно целесообразно использовать эти изоляторы в КРУ.

В табл. 1 приводятся основные размеры и характеристики некоторых опорных изоляторов внутренней установки.

Опорные изоляторы для наружных установок. По конструктивному исполнению опорные изоляторы для наружных установок разделяются на основные группы: опорно-штыревые и опорно-стержневые.

Опорно-штыревые изоляторы выпускаются по ГОСТ 8608-57 на напряжения 3—220 кВ, причем для номинальных напряжений выше 35 кВ (110, 150, 220 кВ) эти изоляторы собираются в колонки из изоляторов 35 кВ.

Опорно-штыревые изоляторы на 6 и 10 кВ состоят из одного фарфорового или стеклянного элемента (рис. 7,а), изоляторы на более высокие напряжения (ОС-1, ШТ-35 и ИШД-35) из двух или трех элементов (рис. 7,б-г). Головки изоляторов снабжаются чугунными колпачками с резьбовыми отверстиями для крепления шин или деталей аппаратов, во внутреннюю полость закрепляется чугунный штырь с фланцем, имеющим отверстия для крепления к конструкциям. Колпачок и штырь соединяются с фарфоровыми юбками цементной связкой.

В целях компенсации различия коэффициентов линейного расширения при нагревании поверхности фарфора и чугуна изоляторов 35 кВ в местах склейки покрываются слоем битума, а на головки фарфора и штыря накладываются картонные прокладки. Цементные швы покрываются влагостойким лаком или эмалью (например, ПХВ-26 по ТУМХП 1383-46).

Опорно-штыревые изоляторы для напряжения выше 35 кВ собираются в колонки. Количество элементов в колонках указано в табл. 2.

Опорно-стержневые изоляторы применяются в основном в наружных установках, выпускаются по ГОСТ 9984-62 и представляют собой сплошной фарфоровый стержень с равномерно расположенными зонтообразными юбками.

Для крепления аппаратов к опорно-стержневым изоляторам и для комплектования самих изоляторов в колонки они снабжаются двумя фланцами с четырьмя отверстиями в каждом фланце. На рис. 8 а-в показаны

опорно-стержневые изоляторы, выпускаемые промышленностью.

Опорно-стержневые изоляторы электрически непробиваемы, так как не имеют внутренних полостей, но изготовление этих изоляторов на напряжения выше 35 кВ

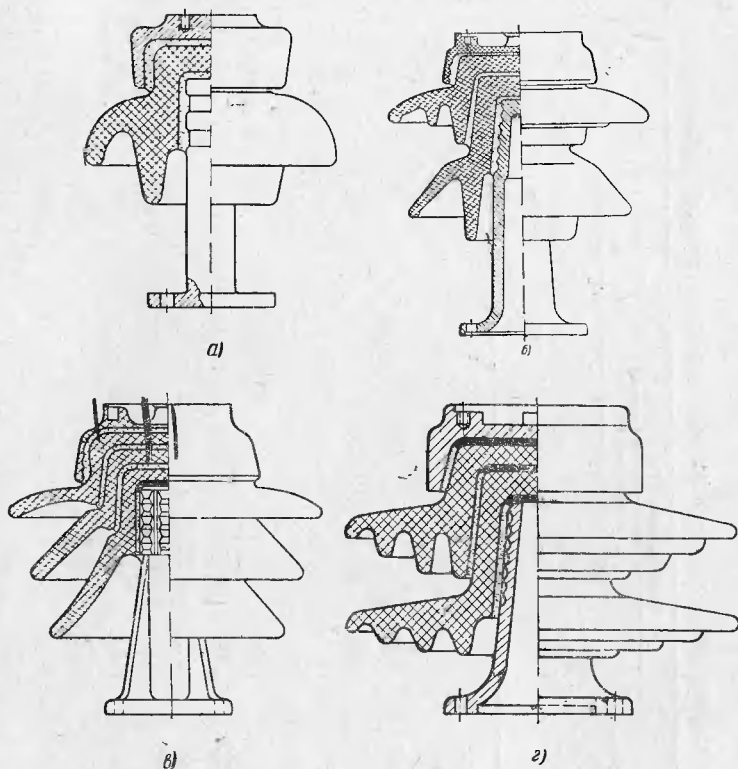


Рис. 7. Опорные штыревые изоляторы для наружной установки.
a — типы ШН-10 и ШНС-10 на 10 кВ, стеклянный; *б* — тип ШТ-35 на 35 кВ; *в* — тип ИШД-35 на 35 кВ; *г* — тип ОС-1 на 35 кВ для районов с повышенными загрязнениями.

представляет определенные технологические трудности и поэтому на напряжения 220, 330 и 500 кВ собираются колонки из опорно-стержневых изоляторов.

На рис. 9 показан полюс разъединителя РОНЗ-500 на 500 кВ, собранный из опорно-стержневых изоляторов типа КО-400.

В табл. 2 приводятся основные размеры и характеристики опорных изоляторов для наружной установки.

Основные параметры и характеристики опорных изоляторов наружной установки

Т изолятора	Номинальное напряжение, кВ	Наиболь- шая высота, мм	Напряжение, кВ			Напряжение импульс- ное, кВ _{макс}		Разрушаю- щая нагруз- ка, не менее, кГ	Примечание
			испыта- тельное 1 мин	выдерживаемое		Полная волна	Срезанная волна		
				сухое	под дождем				
ШН-6	6	170	32	36	26	60	73	350	
ШН-10	10	190	42	47	34	80	100	500	
ИИД-10	10	210	42	47	34	80	100	2 000	
ШТ-35	35	400	100	110	85	195	240	1 000	
ИИД-35	35	400	100	110	85	195	240	2 000	
ОС-1 (РС-2239)	35	280	100	130	57	195	240	1 250	
СО-35	35	492	100	110	85	195	240	650	
СТ-35	35	420	100	110	85	195	240	600	
СТ-110	110	1 030	265	295	215	480	600	600	
КО-400	35	500	100	110	85	195	240	1 000	
ЗШТ-35	110	1 200	265	295	215	480	600	300	
ЗИИД-35	110	1 200	265	295	215	480	600	500	
ЧИИД-35	150	1 600	340	375	290	660	325	300	
БИИД-35	220	2 000	490	650	425	950	1 190	250	

В масляных выключателях применяются опорные изоляторы специальных конструкций. На рис. 10,а приводится опорный изолятор для масляных выключателей типа МГГ, предназначенный для крепления баков.

13520/2

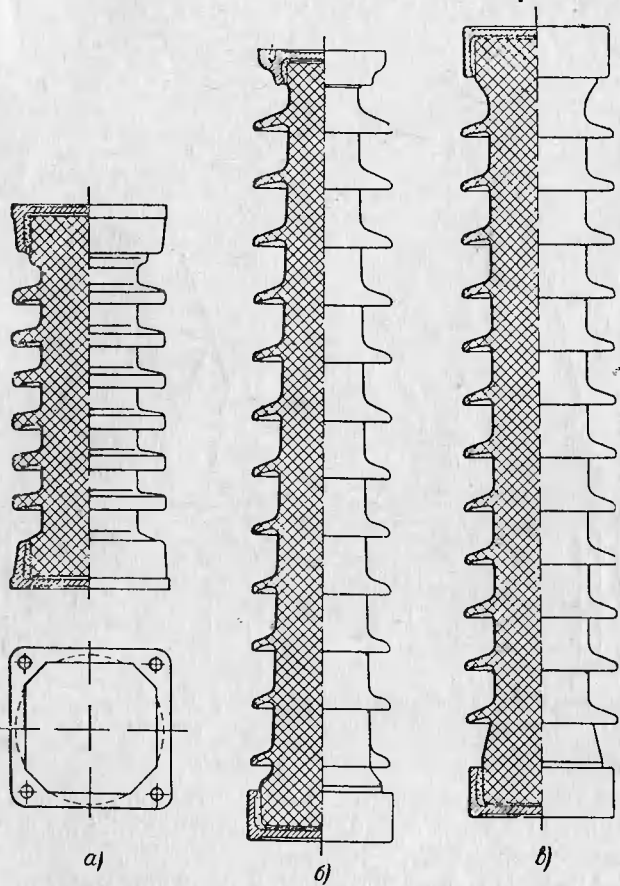
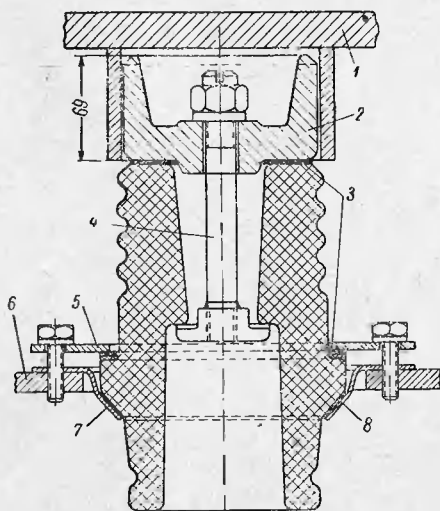
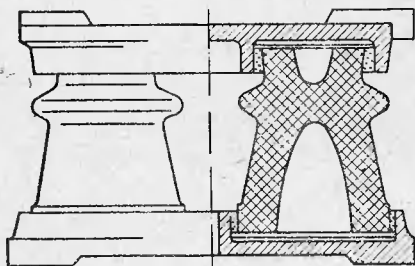


Рис. 8. Опорно-стержневые изоляторы для наружной установки.
 а — тип КО-400 на 35 кВ; б — тип СТ-110 на 110 кВ; в — тип КО-110 на 110 кВ.

На рис. 10,б представлен двойной опорный изолятор для выключателя ВМГ-133 на минимальную разрушающую нагрузку на изгиб 1 500 кГ, состоящий из двух опорных изоляторов, каждый из которых рассчитан на минимальную разрушающую нагрузку 750 кГ.



а)



б)

Рис. 10. Опорные изоляторы для аппаратов.

а — опорный изолятор типа ОГА-10 для выключателя МГГ (в сборе): 1 — дно бака; 2 — головка для крепления бака; 3 — прокладка; 4 — стяжной болт; 5 — нажимной фланец; 6 — плита докола выключателя; 7 — опорный фланец; 8 — прокладка; б — опорный изолятор, двоянный для маломасляного выключателя ВМГ-133.

Для закрепления шин на колпачках шинных изоляторов устанавливаются крепежные планки с прорезями (окнами), соответствующими формам и размерам шин.

В проходных изоляторах до 20 кВ включительно в качестве дополнительной изоляции между токоведущим стержнем и заземленным фланцем служит воздух, в проходных изоляторах 35 кВ эта изоляция недостаточна и для повышения электрической прочности токоведущий стержень дополнительно изолируется твердым ди-

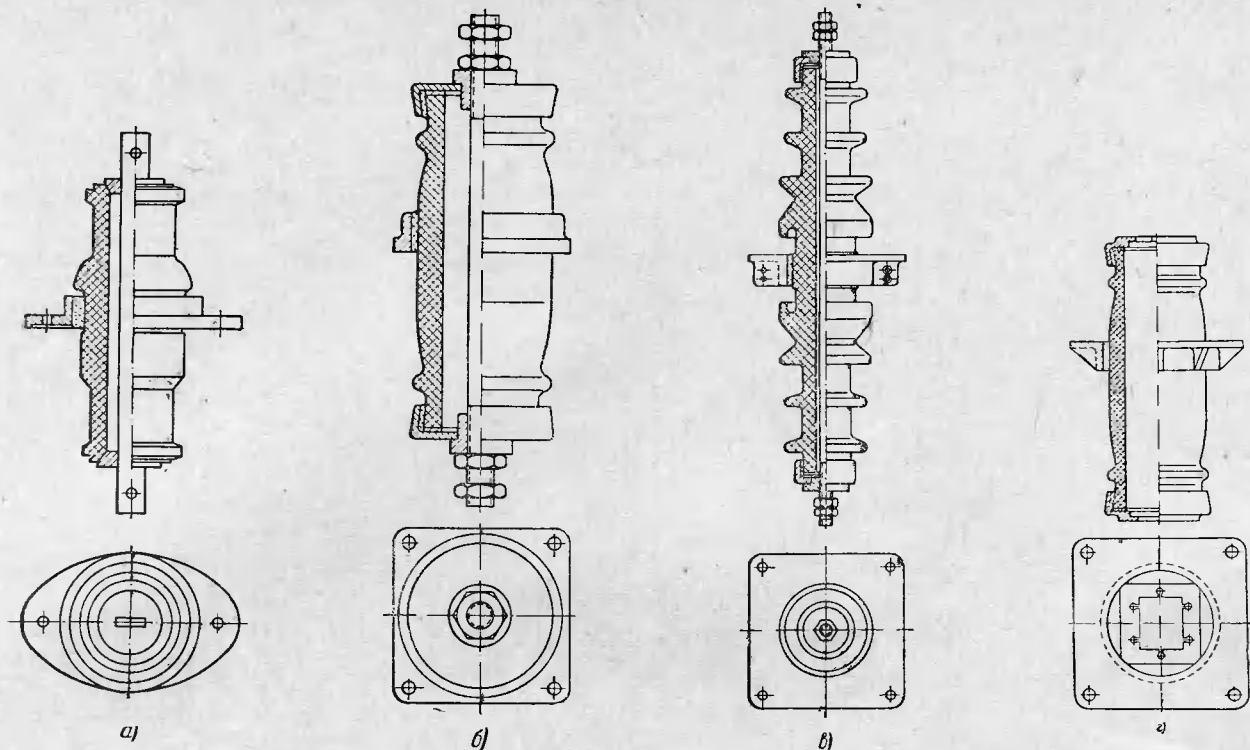


Рис. 11. Проходные изоляторы для внутренней установки.

а — тип П с плоским токоведущим стержнем (шиной); *б* — тип П с круглым токоведущим стержнем; *в* — тип П с круглым токоведущим стержнем на 35 кВ; *г* — тип П-10/3000 на 20 кВ, 3 000 А.

электриком (бакелизированная бумага), и полость изолятора заливается жидким (трансформаторное масло) или полужидким (компаунд) диэлектриком. Такие проходные изоляторы применяются в аппаратах (масляные выключатели и др.). Проходные изоляторы на 35 кВ для монтажа внутри помещений имеют изолированный твердым диэлектриком токоведущий стержень.

На наружной поверхности проходных изоляторов для внутренних установок устраиваются небольшие ребра, назначение которых состоит в лучшем распределении напряжения по поверхности изоляторов и, следовательно, повышении разрядного напряжения.

Значительное повышение разрядного напряжения в изоляторах 35 кВ дают ребра, расположенные у среднего фланца изолятора и экранирующие фланец. Для усиления экранирующего действия выемки ребер у фланца изолятора и поверхность тела фарфора под фланцем покрываются графитом и металлическим бандажом, который электрически соединяется с фланцем. Проходные изоляторы для внутренних установок выпускаются по ГОСТ 7273-64.

Основные размеры и характеристики некоторых проходных изоляторов для внутренней установки приведены в табл. 3.

Проходные изоляторы для наружных установок (ГОСТ 9149-59) отличаются от проходных изоляторов для внутренних установок наличием более развитой поверхности с увеличенными ребрами на той части изолятора, которая находится снаружи помещения или аппарата. Такие развитые ребра предназначаются для увеличения разрядного расстояния и повышения мокро-разрядного напряжения (рис. 12).

В сильно загрязненных районах применяются проходные изоляторы с еще более развитыми ребрами.

В табл. 4 приведены основные размеры и характеристики некоторых наиболее распространенных проходных изоляторов для наружной установки.

Проходные изоляторы для трансформаторов и аппаратов внутренней и наружной установки отличаются большим разнообразием конструкций.

Кроме серийных проходных изоляторов, выпускаемых отечественной промышленностью в соответствии с ГОСТ 7273-64 и ГОСТ 9149-59, описанных выше, выпускаются также много разновидностей проходных изоляторов

Рис. 12. Проходные изоляторы для наружной установки.

а — тип ПНБ на 6 и 10 кВ; *б* — тип ПНБ на 35 кВ с дополнительной бумажно-бакелитовой изоляцией стержня; *в* — тип ИПШ на 20 кВ, 2000 А с токоведущим стержнем в виде шины; *г* — ввод линейный маслонаполненный на 110 кВ, горизонтальный, для прохода через стену, тип МН-110. Узлы ввода: 1 — контактные зажимы; 2 — стяжное устройство; 3 — наружная фарфоровая покрывка; 4 — втулка с фланцем; 5 — нижняя фарфоровая покрывка; 6 — маслорасширитель.

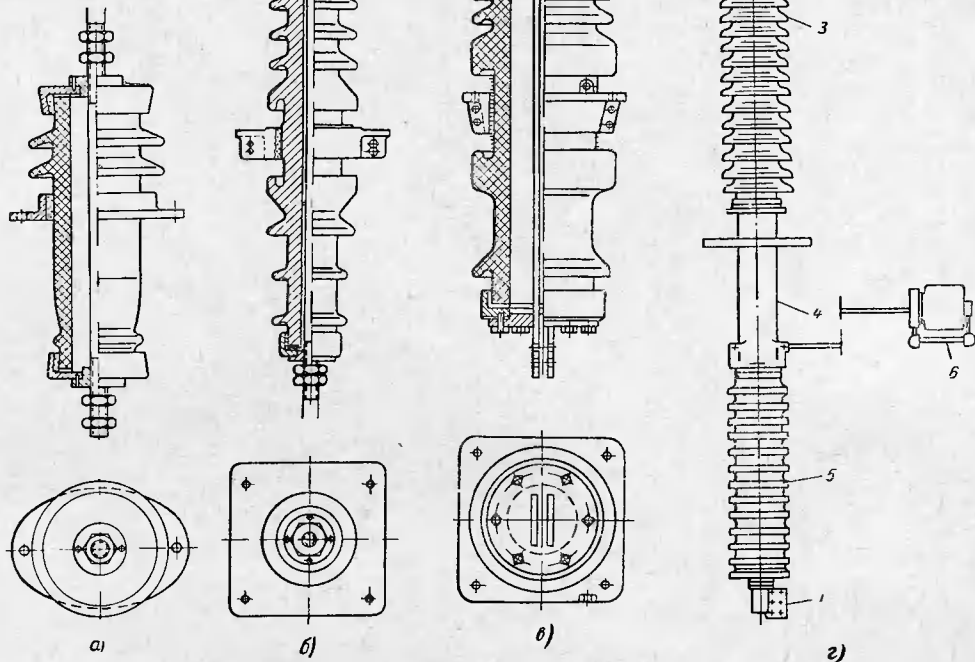


Таблица 3

Основные размеры и характеристики проходных изоляторов для внутренней установки

Тип изолятора	Номинальные		Размеры, мм		Напряжение, кВ					Минимальная разрушающая нагрузка на изгиб и разрыв, кГ
	напряжение, кВ	ток, а	наибольшая длина	размер между осями отверстий во фланце	испытательное 1 мин	выдерживаемое в сухом состоянии	пробивное	Импульсное, кВ макс		
								полная волна	срезанная волна	
П-6/400-375	6	400	260	140	32	36	60	73	55	375
П-10/1000-750	10	1 000	310	150	42	47	80	100	70	750
П-10/2000-2000	10	2 000	488	260	42	47	80	100	70	2 000
П-20/3200-2000	20	3 200	770	266	68	75	125	158	115	2 000
П-35/600-750	35	600	765	200	100	110	195	240	165	750

Таблица 4

Основные размеры и характеристики проходных изоляторов для наружной установки

Тип изолятора	Номинальные		Размеры, мм		Напряжение, кВ				Импульсное напряжение, кВ макс		Минимальная разрушающая нагрузка на изгиб и разрыв, кГ
	напряжение, кВ	ток, а	наибольшая длина	размер между осями отверстий во фланце	испытательное 1 мин	выдерживаемое в сухом состоянии	выдерживаемое под дождем	пробивное	полная волна	срезанная волна	
ПНБ-10/400	10	400	605	140	42	47	34	70	80	100	750
ПНБ-20/2000	20	2 000	920	270	68	75	55	115	125	158	1 250
ПНБ-35/1000	35	1 000	1 025	250	100	110	85	165	195	240	750
ИПШН-Ш-35/3000	35	3 000	1 040	342	100	110	85	165	195	240	2 000

специальных форм, приспособленных к конструкциям отдельных аппаратов.

На рис. 13 приводятся несколько типичных конструкций проходных аппаратных изоляторов. На рис. 13,а

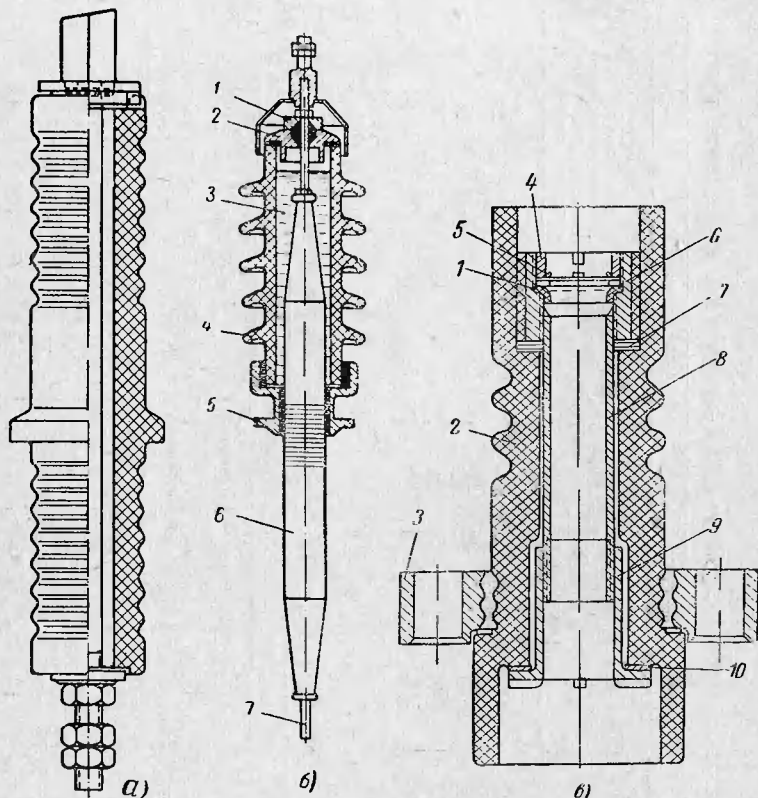


Рис. 13. Проходные изоляторы для аппаратов.

а — цилиндрической формы с ребристой поверхностью для масляного выключателя ВМБ-10 на 10 кв; б — с дополнительной внутренней изоляцией (компаундная мастика) на 35 кв для масляных выключателей: 1 — нажимная шайба; 2 — диск; 3 — мастика; 4 — фарфоровая крышка; 5 — фланец; 6 — бакелитовый остов; 7 — токоведущий стержень; в — специальный, тип П-29 на 10 кв для выключателя типа МГГ: 1 — манжета; 2 — изолятор; 3 — фланец; 4 — гайка; 5 — хомут; 6 — фланец трубы; 7 — шайба; 8 — труба; 9 — фланец трубы; 10 — шайба.

показан фарфоровый ребристый изолятор типа ПМ-ЗИ на 10 кв для бакового масляного выключателя ВМБ-10 (внутренней установки).

Крепление этого изолятора к крышке бака разъемное путем соединения среднего фарфорового выступа (флан-

ца) с крышкой бака посредством нажимного металлического кольца.

Бакелитовый конденсаторный проходной изолятор (ввод) (рис. 13,б) представляет собой токоведущий стержень, на котором намотана бакелизованная бумага. Между слоями бумаги закладывается алюминиевая фольга, таким образом получается конденсатор с равномерным электрическим полем. В вводах наружной установки этот изолятор служит изоляционным остовом; наружная часть покрывается фарфоровой крышкой, верхняя часть ввода уплотняется прокладками и заливается компаундом или маслом, нижняя же часть находится в масле выключателя; в настоящее время для заливки применяется мастика УЭА-1. Для напряжений 110 кВ и выше у нас широко применяются бумажно-масляные конденсаторные маслonaполненные вводы.

На рис. 13,в представлен проходной изолятор типа П-29 для масляного выключателя МГГ-229 и МГФ-11 на 10 кВ.

Подвесные изоляторы тарелочного типа (рис. 14), ГОСТ 6490-53, состоят из изоляционной фарфоровой или стеклянной детали, чугунной шапки и стального стержня, соединенных с фарфором наглухо с помощью цементной связки.

Верхняя часть шапки имеет гнездо для шарнирного соединения с головкой стержня соседнего в гирлянде изолятора или со сцепной арматурой. Размеры шарнирного соединения стандартизованы по маркам изоляторов, таким образом изоляторы только одной и той же марки могут собираться в гирлянды любой длины.

Во избежание саморасцепления гирлянды под головкой стержня после соединения двух изоляторов устанавливается специальный замок. На нижней поверхности тарелки изолятора устраиваются ребра, количество и размеры которых определяются конструкцией изолятора. Шапка и стержень армируются высококачественным цементом.

Подвесные изоляторы стержневого типа состоят из сплошного фарфорового стержня с равномерно расположенными ребрами. На обоих концах стержня закреплены чугунные шапки с такими же захватами, как и у тарелочных подвесных изоляторов, таким образом и стержневые подвесные изоляторы также могут собираться в гирлянды (рис. 14,д).

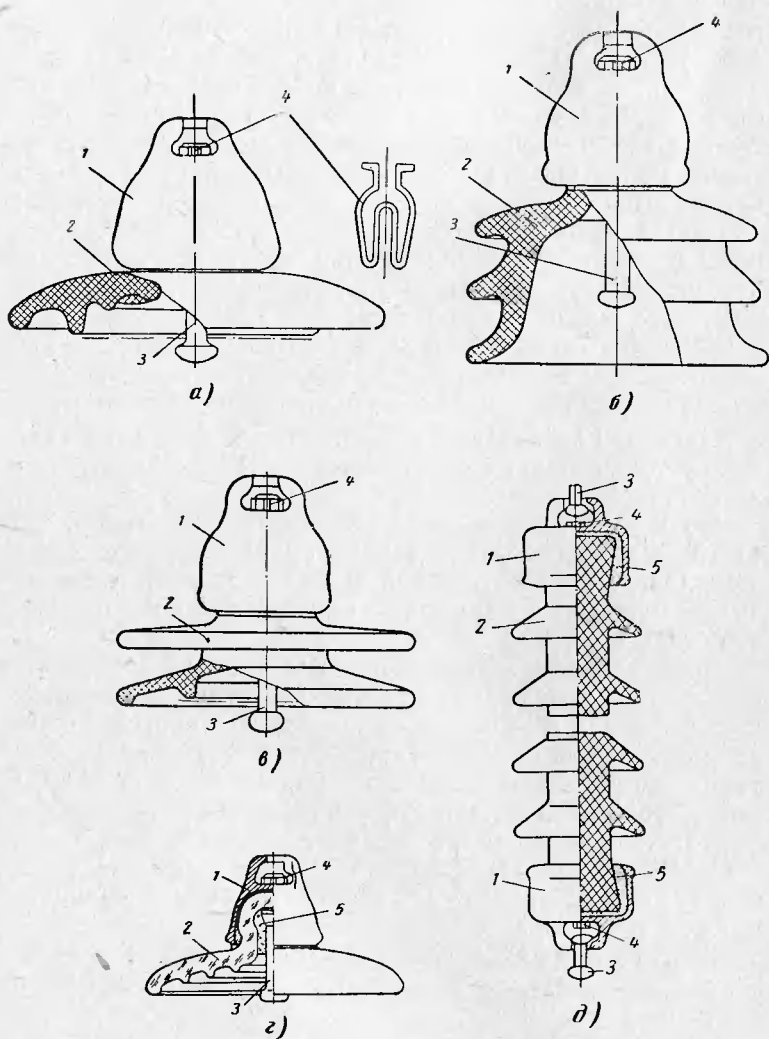


Рис. 14. Подвесные изоляторы.

a — стандартный тарелочного типа с конической головкой, тип П; *б* — специальный для поддерживающих гирлянд в районах с сильно загрязненной атмосферой, тип ПР-3,5; *в* — то же для натяжных гирлянд, типы НС-2 и НЗ-6; *г* — стеклянный тарелочный, типы ПС-4,5, ПС-8,5; *д* — стержневой, 14-реберный; 1 — шапка; 2 — изоляционная деталь; 3 — стержень; 4 — замок; 5 — цементная связка.

В районах с сильно загрязненной атмосферой для ошиновки ОРУ применяются подвесные изоляторы специальных типов: ПР-3,5, НС-2 и НЗ-6 (рис. 14,б, в). Отличительной особенностью этих изоляторов, является сильно развитая поверхность изоляторов, благодаря чему изоляторы обладают увеличенной длиной пути утечки тока и повышенным разрядным напряжением при загрязнении.

Конструкции стеклянных подвесных изоляторов типа ПС-4,5 и ПС-8,5 (рис. 14,г) принципиально не отличаются от конструкций фарфоровых подвесных изоляторов, но размеры и, следовательно, веса соответственно меньше, чем у фарфоровых изоляторов.

В настоящее время освоены изоляторы тяжелого типа, в том числе фарфоровые на 20 Т и стеклянные на 22 и 30 Т гарантированной электромеханической нагрузки.

Подвесные изоляторы, предназначенные для подвесных сборных шин в ОРУ, подвергаются в эксплуатации воздействию значительных механических нагрузок и одновременно находятся под электрическим напряжением. Механические нагрузки слагаются от веса проводов, давления ветра, веса гололеда и тяжения по проводу; в гирляндах на изоляторы действует рабочее напряжение, а также возможные атмосферные и внутренние перенапряжения. В связи с изложенным к подвесным изоляторам предъявляются высокие технические требования, приведенные в ГОСТ 6490-53 и в технических условиях.

Подвесные изоляторы тарелочного типа маркируются по электромеханическим нагрузкам, которые они в состоянии выдержать при испытании, при этом в ГОСТ 6490-53 подвесные изоляторы маркируются по испытательным нагрузкам, а в новом проекте ГОСТ и вновь разрабатываемые изоляторы маркируются по гарантированным (минимальным разрушающим) нагрузкам. В табл. 5 приведены основные размеры и характеристики подвесных изоляторов, применяемых в открытых распределительных устройствах.

Подвесные изоляторы в ОРУ и на линиях электропередачи в одном элементе не применяются, так, например, уже для номинального напряжения 35 кВ требуются два или три элемента, собранные в гирлянду. Гирлянды подвесных тарелочных изоляторов комплектуются из изоляторов одной и той же марки и бывают натяжные

Основные размеры и характеристики подвесных изоляторов

Тип изолятора	Размеры, мм			Напряжение, кВ			Нагрузка, кг		Примечание
	строи- тельная высота	диаметр тарелки	диаметр стержня	сухораз- рядное	мокро- разрядное	пр бивное	электро- механи- ческая разруша- ющая	допус- каемая	
				не менее					
П-4,5	170	270	16	75	40	110	6 000	2 250	Фарфоровый
ПМ-4,5	135	270	16	75	40	110	6 000	2 250	То же
ПС-4,5	130	255	16	75	40	110	6 000	2 250	Стекланный
П-7	185	300	20	86	45	125	9 500	3 500	Фарфоровый
П-8,5	203	320	22	85	55	125	11 000	4 250	То же
ПС-8,5	160	270	20	85	55	125	11 000	4 250	Стекланный
П-11	215	350	24	85	55	125	14 500	5 500	То же
ПВ-9	170	320	16	85	55	125	12 000	4 500	" "
ЛС-30	210	320	24	70	55	110	30 000	11 300	" "
ПР-3,5	195	250	16	110	43	110	5 000	1 750	Фарфоровый
НС-2	200	270	16	107	50	110	6 000	2 250	То же
НЗ-6	215	300	20	110	52	120	8 000	3 000	" "

и поддерживающие. В ОРУ для ошиновки в основном применяются натяжные гирлянды, предназначенные для натяжения круглых шин (проводов) между анкерными опорами или порталами; поддерживающие гирлянды предназначены для поддержки провода на промежуточных опорах.

Для обеспечения монтажа тяжелых проводов подвесные изоляторы собираются в гирлянды из нескольких (2, 3 и т. д.) параллельных цепей, связанных между собой коромыслами.

Для прикрепления гирлянд изоляторов к траверсе и соединения провода с гирляндой применяется специальная арматура, по размерам и характеристикам соответ-

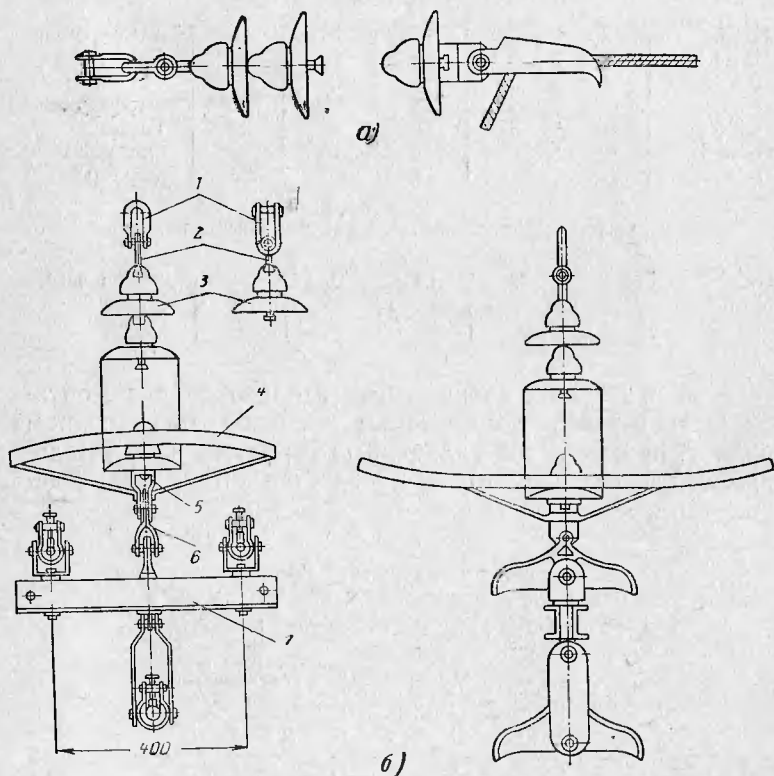


Рис. 15. Гирлянда из подвесных изоляторов для ошиновки ОРУ.
 а — натяжная одноцепная гирлянда изоляторов П-4,5 для железобетонных и металлических опор на 35—110 кВ; б — поддерживающая одноцепная гирлянда из изоляторов П-7, П-8,5 и П-11 для 330 и 500 кВ; 1 — скоба; 2 — серьга; 3 — изолятор; 4 — защитное кольцо; 5 — ушко; 6 — скоба; 7 — коромысло.

ствующая подвесным изоляторам. Общий вид натяжной и поддерживающей гирлянд показан на рис. 15, а количество подвесных изоляторов приведено в табл. 6.

Таблица 6

Количество подвесных изоляторов в натяжной гирлянде для крепления шин в ОРУ при нормальных атмосферных условиях на металлических опорах

Тип изолятора	Количество изоляторов, шт., при классе напряжения, кВ					Примечание
	35	110	220	330	500	
Изоляторы нормального типа						
П-4,5	4	8	15	16	23	Фарфоровый
ПМ-4,5	4	8	15	16	23	То же
ПС-4,5	4	8	15	16	23	Стекланный
П-7	—	8	13	15	22	Фарфоровый
П-8,5	—	8	11	15	20	То же
ПС-8,5	—	8	11	15	20	Стекланный
П-11	—	—	11	15	20	Фарфоровый

Изоляторы специальные для загрязненных районов

НС-2	4	8	13	15	22	Фарфоровый
НЗ-6	3	8	13	15	22	То же

При отсутствии специальных изоляторов для монтажа шин в ОРУ, сооружаемых в сильно загрязненном районе, применяются удлиненные гирлянды из нормальных подвесных изоляторов, количество которых приведено в табл. 7.

Таблица 7

Количество нормальных подвесных изоляторов в удлиненных гирляндах ОРУ (для металлических и железобетонных опор)

Класс напряжения, кВ	Количество изоляторов в натяжной гирлянде		Количество изоляторов в поддерживающей гирлянде	
	П-4,5	П-7	П-4,5	П-7
35	5	—	4	—
110	11	—	10	—
120	15	14	14	13
220	22	20	20	18

Покрышки. Конструкции покрышек весьма разнообразны, но все они имеют цилиндрическую или конусную форму с гладкой внутренней поверхностью и с ребрами на наружной поверхности. Наличие и форма ребер определяются назначением покрышек: для внутренней установки ребра устраиваются небольшие или они вовсе не предусматриваются, для наружной установки ребра обязательны, причем форма и размеры ребер в этом случае определяются требованиями условий эксплуатации, так, например, для районов с загрязненной атмосферой ребра покрышек отличаются большим вылетом или развитой нижней поверхностью.

Крепление покрышек к конструкциям и соединение их между собой производится различными способами, в соответствии с чем различаются и методы соединения крепящей арматуры с покрышками:

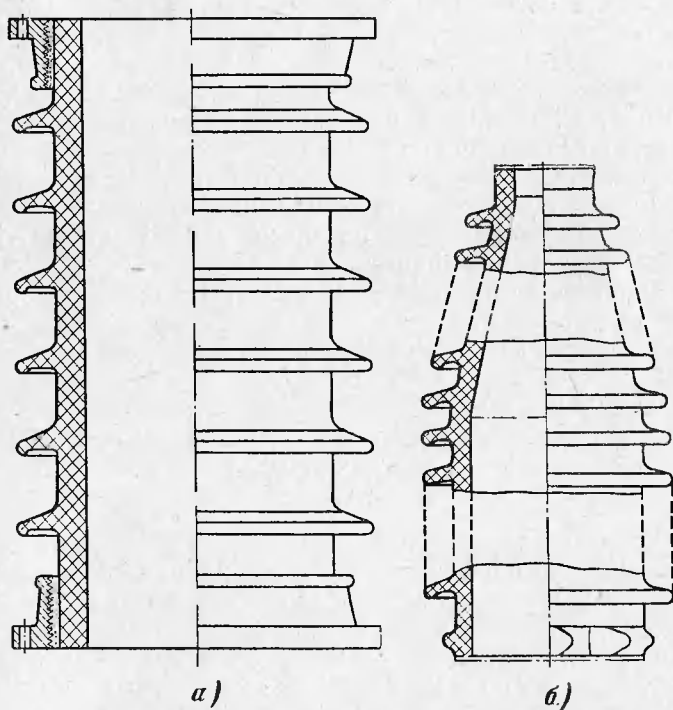


Рис. 16. Покрышки фарфоровые для аппаратов и вводов.
а — покрышка, армированная чугунными фланцами, для конденсаторов связи; *б* — покрышка для механического крепления к трансформаторам тока 110, 150 и 220 кв.

а) глухое крепление металлической арматуры с крышкой (рис. 16,а);

б) разъемное (механическое) крепление металлической арматуры с крышкой (рис. 16,б);

в) сборка крышек методом стяжки без арматуры.

При глухом креплении металлическая арматура закрепляется на торцах крышки посредством какого-либо цементирующего вещества; этот способ крепления требует: высокую прочность, атмосферостойкость и ряд других свойств цементирующего вещества и надежное сцепление арматуры и крышки, для чего армируемая поверхность крышки не покрывается глазурью, а на ней устраиваются канавки или рифление. Иногда поверхность для армирования глазуруется и в глазурь «запекается» при обжиге фарфоровая крошка.

При разъемном способе крепления арматура закрепляется на специально предусмотренных на концах крышек выступах.

Механическое крепление крышек наиболее прогрессивно, так как обеспечивает эластичность монтажа и исключает возможность повреждения фарфора от термических воздействий.

При свободном соединении крышек между собой или с деталями аппаратов крышки обычно стягиваются стержнями (маслонаполненные вводы) или другими способами; между торцами крышек предусматриваются эластичные прокладки (из резины или ей подобных других материалов).

Торцы крышек, как правило, шлифуются.

3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИЗОЛЯТОРАМ

Условия работы изоляторов. Подстанционные и аппаратные изоляторы в эксплуатации находятся в различных условиях работы и подвергаются длительным воздействиям рабочего напряжения, механических усилий, атмосферного влияния, температуры и других факторов. Изоляторы воспринимают также кратковременные атмосферные и внутренние (коммутационные) перенапряжения, достигающие иногда 3,5-кратной величины номинального фазного напряжения. С целью защиты от перенапряжений на ОРУ устанавливаются противогрозовые

устройства (грозозащитные тросы, диверторы, разрядники и др.).

В закрытых помещениях опорные и проходные фарфоровые изоляторы работают при влажности не выше 90% и температуре от минус 45°С и до положительной температуры токоведущих частей, установленной для данного аппарата.

Температура окружающей среды, в которой могут работать подстанционные и аппаратные изоляторы, несколько различается для разных групп изоляторов, а именно:

а) неармированные фарфоровые изоляторы — при температуре не ниже минус 55°С (ГОСТ 5862-60);

б) армированные изоляторы в аппаратах и распределительных устройствах — при температуре не выше плюс 35°С (ГОСТ 1516-60);

в) опорные изоляторы для внутренних установок — при температуре не ниже минус 45°С и не выше плюс 70°С (ГОСТ 7272-54);

г) проходные изоляторы для внутренних установок — при температуре не выше плюс 60°С (ГОСТ 7273-54);

д) проходные изоляторы для наружных установок — при температуре не ниже минус 45°С и не выше плюс 35°С (ГОСТ 9149-59).

Изоляторы проходные аппаратные и подстанционные могут работать и при температуре, превышающей 35°С (но не выше 60°С), в этом случае соответственно понижается рабочий ток изоляторов и повышается испытательное напряжение на 1% на каждые 3°С сверх 35°С (для наружных установок — сверх 40°С).

Серийные опорные и проходные изоляторы рассчитаны для работы в электроустановках на высоте не более 1 000 м над уровнем моря. Возможность работы изоляторов на высоте более 1 000 м над уровнем моря определяется специальными испытаниями.

В наиболее тяжелых условиях обычно работают подвесные изоляторы.

Технические требования. К изоляторам, работающим в распределительных устройствах, предъявляются технические требования в части:

внешнего вида изделий, в том числе состояния поверхности фарфора или стекла, качества антикоррозийных покрытий, качества армировки; допусков на размеры; пористости фарфора; электрических характеристик

изоляторов, в том числе разрядных характеристик и величины пробивного напряжения; механической прочности изоляторов; термостойкости (перепада температуры); нагрева токоведущих деталей.

Внешний вид изделий. Основные требования к внешнему виду фарфора изоляторов определяются ГОСТ 5862-60 и состоят в следующем.

Глазурованная поверхность изоляторов должна быть гладкой и блестящей, не допускаются никакие трещины на поверхности изоляторов. Не допускаются также: слет глазури, следы слипыша изделий в обжиге, отбитые края, засорки на глазурованной поверхности, мушка и другие дефекты, превышающие площади, указанные ГОСТ 5862-60. Мелкие дефекты, допустимые в пределах требований стандарта, как-то: засорка, слипыш и другие должны быть зашлифованы, мелкие трещины должны быть тщательно заделаны и покрыты влагостойким лаком на производстве. Допускаемая суммарная площадь рассредоточенных мелких дефектов зависит от размеров поверхности изоляторов и не должна превышать величин, указанных ГОСТ 5862-60, а именно:

при площади поверхности изделия до 10 дм ² . . .	не выше 1,5 см ²
свыше 10—20	то же 2
" 20—36	" " 2,5
" 36—60	" " 3
" 60—175	" " 6
" 175—270	" " 7
" 270—360	" " 9
" 360	" " 13

Стеклопанельная деталь изоляторов. Не допускаются посторонние включения, трещины, посечки, крупные пузыри; поверхность должна быть гладкой, допускаются отдельные мелкие инородные включения и пузыри диаметром до 1 мм. Стекло должно быть прозрачным, слабая окраска стекла допускается. Качество термической обработки (закалки) стеклянных изоляторов проверяется просмотром их в полярископе.

Арматура изоляторов из серого чугуна должна иметь лакокрасочное покрытие, отвечающее требованиям ГОСТ и ТУ. Места, подлежащие подсоединению заземляющих устройств, должны быть зачищены до металлического блеска и покрыты техническим вазелином. Арматура из ковкого чугуна оцинковывается.

Резьба арматуры также должна быть зачищена от коррозии и смазана техническим вазелином или солидолом.

Стальные детали и ковкий чугун должны быть оцинкованы, толщина слоя не меньше 40 мк. Цементные швы армированных изоляторов должны быть покрыты влагостойким лаком.

Допуски на размеры. Допускаемые отклонения от размеров изоляторов устанавливаются чертежами, но не должны превышать величин, указанных соответствующими стандартами. Искривление оси изолятора допускается в пределах 1% длины изделия, непараллельность торцовых поверхностей — 1,5°, но не более 5 мм.

Пористость фарфора. Открытая пористость фарфорового черепка не допускается; наличие ее проверяется путем пропитки фарфоровых черепков в течение 24 ч фуксином согласно ГОСТ 5862-60, при этом допускается проникновение отдельных прожилок фуксина в толщину фарфора на глубину не более 0,5 мм.

Покрышки, предназначенные для заполнения трансформаторным маслом, проверяются на проникновение жидкости через стенки покрышек и через места склейки путем создания внутреннего гидравлического давления водой величиной 1,5 кг/см².

Электрические характеристики. Каждый тип изоляторов рассчитан на работу при электрическом напряжении, не превышающем определенную величину (номинальное напряжение).

Электрические характеристики подстанционных и аппаратных изоляторов определяются величинами испытательных напряжений, приложенных к изоляторам. Различают следующие испытательные напряжения:

а) Сухоразрядное напряжение, при котором происходит электрический разряд по чистой и сухой поверхности изолятора между двумя электродами, приложенными к шапке и стержню подвесного изолятора или к головке и фланцу опорного изолятора в нормальных условиях (температура воздуха 20° С, давление 760 мм рт. ст., влажность воздуха 65%).

б) Мокроразрядное напряжение, при котором происходит перекрытие установленного в рабочем положении изолятора, подверженного воздействию дождя, падающего под углом 45° с интенсивностью 5 мм/мин при 20° С.

Удельное объемное сопротивление воды, применяемой для получения дождя, должно быть 9 500—10 500 *ом·см* при температуре +20°С. В случае применения воды с температурой, отличной от +20°С, производят пересчет сопротивления воды, пользуясь специальными графиками или таблицами. С повышением температуры воды ее сопротивление понижается и при понижении температуры — повышается.

Мокроразрядное напряжение является основным показателем при выборе изоляторов, работающих на открытом воздухе. Мокроразрядное напряжение всегда ниже сухоразрядного, так как поверхность изолятора, смачиваемая дождем, снижает величину разрядного напряжения.

в) Выдерживаемое испытательное напряжение, предусмотренное ГОСТ 1516-60, представляет собой напряжение при частоте 50 *Гц*, которое изолятор должен выдерживать без пробоя в сухом состоянии или под дождем. Величина выдерживаемого напряжения изоляторов может быть ниже получаемого при испытании, фактического сухоразрядного и мокроразрядного напряжения и выбирается в зависимости от принятого коэффициента координации изоляции на РУ.

г) Пробивное напряжение, при котором происходит пробой изолятора через его толщину между приложенными к изолятору электродами, несущими напряжение. У подвесных изоляторов пробой происходит между шапкой и стержнем, у опорных изоляторов с внутренней полостью — между колпачком и фланцем, у проходных изоляторов — между токоведущим стержнем и фланцем. Пробой изолятора происходит по каналу, по которому проходит электрический ток. В результате пробоя изолятор почти всегда получает нулевую электрическую характеристику и непригоден к работе. Величина пробивного напряжения для исправного изолятора всегда выше его сухоразрядного и тем более мокроразрядного напряжений.

д) Импульсное разрядное напряжение — это волна быстро возрастающего до максимума напряжения, прикладываемая к изолятору. Время возрастания напряжения измеряется миллионными долями секунды (микросекунды).

Испытания на импульсное разрядное напряжение определяют способность изоляторов противостоять воз-

никающим на шинах распределительных устройств волнам перенапряжений.

Все изоляторы, выходящие с завода, кроме покрышек, испытываются путем приложения испытательного напряжения промышленной частоты 50 гц в течение 3 мин такой величины, при которой на поверхности изоляторов образуется непрерывный поток искр, не переходящих в дугу. Эти испытания проводятся для выявления и отбраковки дефектных изоляторов.

Кроме перечисленных испытаний, опорные изоляторы со сводами, проходные и подвесные изоляторы подвергаются испытаниям в масле напряжением величиной в 1,2 раза более выдерживаемого напряжения в сухом состоянии для изоляторов с основной бумажно-масляной изоляцией и в 1,3 раза — для изоляторов с твердой изоляцией. В отдельных стандартах и ТУ приводятся величины пробивного напряжения для изоляторов.

Стенки фарфоровых покрышек могут быть проверены пробивным напряжением путем приложения напряжения к токопроводящим обкладкам, площадью не менее 10 см² каждая, нанесенным на противоположные поверхности покрышки; величины напряжений, которые должны выдержать без пробоя покрышки, в зависимости от толщины стенки указаны в табл. 8.

Механические характеристики подстанционных и аппаратных изоляторов. Требования к механической прочности изоляторов определяются условиями работы их; как указывалось выше, опорные изоляторы для внутренней установки испытываются на изгиб и разрыв, все проходные и опорно-штыревые изоляторы — на изгиб, подвесные — на разрыв.

Механические характеристики изоляторов определяются путем приложения к ним нагрузки, при плавном увеличении ее до величины, при которой изолятор должен разрушиться (минимальная разрушающая нагрузка).

Подвесные изоляторы проверяются следующим образом: каждый изолятор испытывается механически при нагрузке, равной 0,5 минимальной разрушающей нагрузке.

Т а б л и ц а 8
Электрическая
прочность
покрышек на пробой

Толщина стенки, мм	Пробивное напряжение не менее, кВ
10	65
15	80
20	90
25	100
30	105
40	115
50	125
60	135

ки в течение 1 мин; отобранные образцы от партии изоляторов испытываются при приложении испытательной нагрузки, равной 0,75 разрушающей нагрузки, и одновременно приложением напряжения величиной 60—70 кв в течение 1 ч или испытательной нагрузкой равной 0,62 разрушающей нагрузки в течение 24 ч.

Требования к термостойкости изоляторов. Основной целью испытания изоляторов на термостойкость является определение способности изоляторов работать в наружных установках при перепадах температуры под воздействием солнечных лучей и резкого охлаждения (например, в горных местностях). При испытании изоляторов на термостойкость проверяется, главным образом, качество фарфора и глазури или стекла, для этого изоляторы подвергаются воздействию двух- или трехкратного цикла резких изменений температуры с перепадом в 70° С.

Все изоляторы подвергаются двукратному циклу указанных испытаний, покрышки неармированные — трехкратному циклу при перепадах от 40 до 80° С в зависимости от размеров покрышки и толщины стенки ее. Кроме этих испытаний, подвесные, опорно-штыревые и проходные изоляторы для наружных установок подвергаются испытаниям на трехкратное медленное изменение температуры от минус 50° до плюс 50° С с одновременным приложением нагрузки. Целью этого испытания является проверка доброкачественности принятой конструкции изолятора с точки зрения взаимодействия между собой деталей изолятора (фарфор, стекло, цемент, металл) с различными термическими коэффициентами линейного расширения.

Особое значение имеют испытания термостойкости стеклянных изоляторов, поскольку стекло является термически малоустойчивым материалом; подвесные и опорно-штыревые стеклянные изоляторы испытываются при двукратном цикле перепада температуры не менее 70° С, а подвесные изоляторы из малощелочного стекла — при пятикратных циклах и перепаде температуры в 70° С.

Ток термической устойчивости. К проходным изоляторам с токоведущими стержнями предъявляется требование термической устойчивости при десятисекундном воздействии тока величиной, указанной в табл. 9.

Виды производственных испытаний. Для проверки соответствия перечисленным выше требованиям выпускае-

мые из производства изоляторы подвергаются испытаниям, которые можно подразделить на три вида: контрольно-массовые, выборочные и типовые испытания.

Контрольно-массовым испытаниям подвергаются все изоляторы высокого напряжения, подлежащие выпуску с завода-изготовителя; они имеют целью выявление и отбраковку дефектных изоляторов. К этим испытаниям относятся: проверка внешнего вида и размеров, состояния поверхности, внешнего вида цементных швов, испытание одноминутным испытательным напряжением, механические испытания (1 мин) для подвесных изоляторов.

Выборочные испытания производятся над частью изоляторов, примерно 0,5% отобранных от партии и имеют целью систематическую проверку качества изоляторов и технологии производства. К этим испытаниям относятся: определение качества излома черепка (пористость и пр.), механических характеристик изоляторов, пробивного напряжения, термостойкости, качества антикоррозионных покрытий, нагрева токоведущих деталей и величины тока термической устойчивости проходных изоляторов.

Типовые испытания проводятся при разработке новых конструкций изоляторов и, периодически, образцов, вышедших из производства, с целью всесторонней проверки качества изоляторов. Типовые испытания состоят в проверке всех, без исключения, требований к изоляторам, предусмотренных стандартами и техническими условиями.

Стандартами и техническими условиями предусмотрено, что потребитель имеет право требовать от поставщика протоколы типовых испытаний на полученные им партии изоляторов.

4. МОНТАЖ ИЗОЛЯТОРОВ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Общие сведения. Монтаж изоляторов в РУ является частью общего технологического процесса монтажа электрооборудования РУ и состоит из подготовительных

Таблица 9
Ток термической устойчивости проходных изоляторов

Номинальный ток изолятора, а	Десятисекундный ток термической устойчивости, ка
250	4,5
400	8,5
600	12
1 000	18
1 500	23
2 000	31
3 000	27

и вспомогательных работ, собственно монтажа изоляторов, проверки, испытания и сдачи в эксплуатацию.

К монтажу электрооборудования (в том числе и изоляторов) в РУ можно приступить только тогда, когда все строительные работы в РУ закончены и сданы по акту в соответствии с «Инструкцией Госстроя РСФСР о порядке подготовки и сдачи промышленных объектов под монтаж оборудования РСН-11-62» и строительных норм и правил (СНиП).

Важным условием для обеспечения нормальных условий монтажа изоляторов является осуществление надежного хранения их до монтажа и правильной транспортировки изоляторов к месту монтажа. Все изоляторы для закрытых РУ должны храниться в закрытых помещениях, а проходные изоляторы с внутренней органической изоляцией (гетинакс и др.) — в отапливаемых, сухих помещениях.

Вводы мастико- и маслонаполненные должны храниться в закрытых помещениях в вертикальном положении, на козлах или стойках. Не допускается хранение опорно-штыревых и подвесных изоляторов в перевернутом виде (штырями кверху) на открытом воздухе во избежание попадания влаги в цементные швы.

Способы транспортировки изоляторов к монтажной площадке должны обеспечивать сохранность изоляторов, не допускается грузить изоляторы на машины, электрокары и другие виды транспорта «навалом» без тары или специальных приспособлений. Запрещается бросать ящики с изоляторами при погрузочно-разгрузочных работах, устанавливать ящики в штабеля высотой более 1,8 м. Особо тщательно должны соблюдаться правила обращения при хранении и транспортировке проходных изоляторов с жидким и полужидким диэлектриком, транспортировку их к месту монтажа рекомендуется производить в вертикальном положении на козлах, нижние концы бакелитовых втулок мастиконаполненных вводов должны быть защищены от увлажнения. Вводы необходимо расчистить перед транспортировкой во избежание падения их.

Следующей подготовительной операцией перед монтажом является проверка и испытания изоляторов с целью выявления дефектных и негодных к монтажу. Несмотря на то, что каждый изолятор проходит тщательные испытания и проверку перед выпуском с производ-

ства, в результате неправильной транспортировки и небрежного хранения возможны повреждения и нарушение свойств изоляции. Перед монтажом все изоляторы должны быть подвергнуты следующей проверке:

Комплектность. Проверяется наличие всех деталей в изоляторе согласно чертежу, в том числе наличие крепящих деталей: болтов, гаек и др.

Внешний вид. Проверяется состояние поверхности изоляционных деталей и арматуры изоляторов, цементных швов, качества армировки и т. д.

Технические требования к изоляторам изложены выше. Кроме того, необходимо проверять соосность отверстий в опорных изоляторах, правильное расположение отверстий в колпачках и правильность насадки колпачков и фланцев на опорных и опорно-штыревых изоляторах. Особо тщательно следует проверять параллельность торцов колпачков и фланцев в опорных изоляторах, чистоты резьбовых отверстий и наличие консервирующей смазки в них с тем, чтобы при монтаже не создавались непроизводительные потери времени на исправление дефектов, подгонку отверстий и т. д. В подвесных изоляторах тарелочного типа особо должно проверяться качество армировки. Не допускается отсутствие зазора между торцом шапки и тарелкой изолятора, не допускается отклонение стержня от центральной оси изолятора, не допускается «качка» стержня. Замки изоляторов должны надежно запирать собранные в гирлянды соседние изоляторы.

Выбор типа изоляторов в распределительных устройствах производится при проектировании РУ и определяется следующими факторами:

- 1) конструкцией и типом РУ (ЗРУ, ОРУ, КРУН и т. п.);
- 2) номинальным напряжением РУ для всех изоляторов, кроме подвесных;
- 3) номинальным током, только для проходных изоляторов;
- 4) требованиями механической прочности для всех изоляторов.

Проверка фарфоровых изоляторов в аппаратах состоит в осмотре состояния внешней поверхности армировки, а в проходных изоляторах на 35 кВ и выше — в проверке наличия контакта между бандажом или графитной смазкой под средним фланцем и корпусом.

В вводах с жидкой и полужидкой внутренней изоляцией определяются диэлектрические потери ($\text{tg } \delta$) и к вводам прикладывается испытательное напряжение. Изоляционные детали из гетинакса, текстолита и подобных материалов при обнаружении на них внешних дефектов после ремонта должны быть испытаны.

Способы исправления дефектов на фарфоровых изоляторах изложены ниже.

При обнаружении поверхностных дефектов на изоляторах (сколы и трещины на фарфоре, коррозия металлических деталей и др.) или несоответствия требованиям ГОСТ и техусловий изоляторы бракуются и на них составляется акт. Возможность использования забракованных изоляторов устанавливается совместным решением руководства монтажной организации и представителя энергосистемы (эксплуатации), а в случае необходимости и представителя завода-поставщика. При этом изоляторы с внешними дефектами, допущенные к монтажу, должны быть отремонтированы. При отбраковке изоляторов необходимо соблюдать правила хранения с тем, чтобы годные к монтажу изоляторы и забракованные хранились отдельно в соответствующих условиях.

Вспомогательные работы. Наиболее прогрессивным в настоящее время является применение сборных закрытых распределительных устройств в тех случаях, когда нельзя использовать комплектные распределительные устройства.

В сборных ЗРУ элементами, изготавливаемыми на заводах, являются железобетонные конструкции (перегородки, перекрытия) камер с заранее подготовленными проемами для проходных изоляторов и разных деталей аппаратов и с отверстиями или штырями для крепления опорных и других изоляторов и аппаратуры. Монтаж изоляторов в таких РУ значительно упрощается, так как почти исключаются вспомогательные работы, что резко повышает производительность труда, снижает стоимость монтажа и сокращает сроки его.

Все больше практикуется применение железобетонных сборных конструкций и для камерных ЗРУ.

Однако имеет место еще и строительство ЗРУ, когда монтажникам приходится производить вспомогательные работы по разметке мест установки изоляторов, заготовке отверстий, установке штырей или болтов и т. д., в свя-

зи с чем ниже приводятся приемы монтажа в этих случаях.

К вспомогательным работам при монтаже изоляторов относятся: разметка и определение мест установки изоляторов на конструкциях, перегородках и пр.; заготовка отверстий для установки изоляторов, установка крепежных деталей на опорных конструкциях или строительных плоскостях. Разметка осей и мест крепления изоляторов производится соответственно указаниям рабочих чертежей; определяются главные горизонтальные и вертикальные оси симметрии, наносятся центры отверстий для крепления изоляторов при помощи разметочных шаблонов. Шаблон изготавливается из кровельного железа отдельно для каждого типа изолятора в виде квадрата с вырезами по двум осям и с отверстиями, соответствующими расположению отверстий во фланце (основании) изолятора.

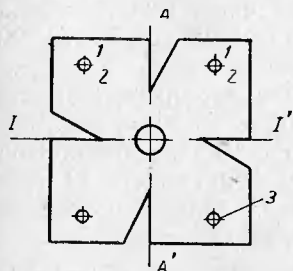


Рис. 17. Разметочный шаблон для опорного изолятора с квадратным фланцем.

A—A' и *I—I'* — вертикальная и горизонтальная оси; *1* — оси отверстий; *2* и *3* — отверстия в шаблоне.

изолятора.

На рис. 17 представлен шаблон для опорного изолятора ОФ-10.

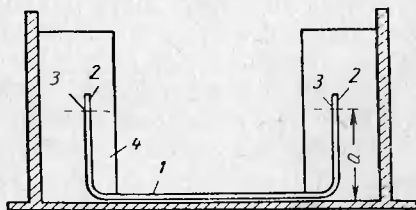


Рис. 18. Гидростатический уровень.

1 — резиновая трубка, заполненная подкрашенной водой; *2* — стеклянные наконечники; *3* — уровень воды; *4* — стена.

При разметке необходимо учитывать размеры, считая от «чистых» пола и стен, с учетом отделки пола и толщины штукатурки стен. Осевые линии наносятся шнуром, натертым мелом, натягиваемым между двумя крайними точками.

Для разметки горизонтальных осей в закрытых камерах и в целях установления одинаковых расстояний от пола применяется гидростатический уровень (рис. 18), состоящий из двух или больше сообщающихся сосудов (стеклянные трубки, соединенные резиновой трубкой и заполненные подкрашенной жидкостью).

Уровни жидкости в трубках определяют горизонтальные оси для установки изоляторов. В отдельных случаях (в крупных РУ) применяется для разметки горизонтальных осей нивелировка.

После разметки осей и мест установки изоляторов производится заготовка отверстий и проемов для монтажа изоляторов. Отверстия и проемы могут быть подготовлены при изготовлении стен, для чего на опалубке в местах, где должны располагаться отверстия, устанавливаются пробки. Этот способ является наиболее целесообразным, так как при нем затрачивается меньше рабочего времени и труда для получения отверстий, чем в других случаях.

Если заранее не удастся заготовить отверстия в стенах, то приходится пробивать их вручную зубилом, шлямбуром или сверлить электродрелью. Для пробивки больших отверстий и проемов в стенах, полах иногда приходится пользоваться пневматическим отбойным молотком.

Пробки для отверстий должны иметь несколько коническую форму, диаметры закладываемых в стены пробок должны составлять примерно 8 диаметров болтов или штырей, глубина гнезда должна составлять 12 диаметров штыря или болта, длина закладываемых пробок — на 120 мм больше глубины гнезда.

Диаметры сквозных отверстий для болтов и шпилек — 1,5—2 диаметра болтов, глубина гнезда для болтов до 15 мм составляет 10 диаметров болтов и для болтов диаметром больше 15 мм — 12 диаметров.

Пробивка отверстий зубилом, скампелем или шлямбуром должна применяться в исключительных случаях, если нет возможности применить электросверлилки или электромолотки. Для выполнения отверстий больших диаметров применяется пневматическая сверлильная машина Н-34 или пневматические молотки Н-46 и РБ-45. Для просверливания отверстий электродрелью применяются сверла с наконечником из твердого сплава.

Для заделки в строительные конструкции болтов диаметром меньше 15 мм применяется также метод «встреливания» строительными монтажными пистолетами СМП-1, СМП-3 или СМП-4, действующими по принципу огнестрельного оружия. Работа с этими пистолетами состоит в том, что в бетонную или кирпичную стену при помощи выстрела забивается специальная конструкция

дюбель, в который затем можно вернуть болт или шпильку для крепления изолятора. Иногда применяются дюбели с распорной гайкой, которые забиваются молотком в заранее подготовленное отверстие в стене.

Существует много разновидностей электросверлилок. Для сверления отверстий до 10 мм применяются малые электросверлилки листолепного типа, для отверстий диаметром до 15 мм — с одной рукояткой и для отверстий выше 15 мм — с двумя рукоятками и упором. При пользовании электросверлилками необходимо соблюдать требования техники безопасности, изложенные в заводских инструкциях о правилах эксплуатации электросверлилок.

Промышленностью выпускаются также электро-молотки электромеханические, электромагнитные и электропневматические. Электромагнитный молоток типа МС-18А/36 на напряжение 36 в, частота 50 гц, число ударов 1500 в минуту при усилии удара 0,25 кг, вес 4 кг. Скорость получения отверстий диаметром 12 мм, глубиной 50 мм: в бетоне марки 300—40—50 сек; в кирпиче — 15—20 сек.

Электропневматический молоток типа С-494 для пробивки отверстий диаметром до 80 мм, вес его 10 кг. Применяемость этого молотка ограничена ввиду его значительного веса; пневматический инструмент находит в электромонтажных работах меньшее применение, чем электроинструмент, ввиду дополнительных трудностей с подачей сжатого воздуха. Из пневматических сверлилок известны СД-8М для отверстий до 32 мм.

Для завертывания гаек применяются гайковерты типа С-718 для гаек диаметром 10—16 мм, С-681 и С-502 для гаек диаметром 14—20 мм.

Монтаж опорных изоляторов ЗРУ. Опорные изоляторы в ЗРУ могут устанавливаться на металлоконструкциях или на строительных плоскостях (перегородках, стенах, перекрытиях).

К стальным конструкциям опорные изоляторы закрепляются посредством болтов. Металлические основания для крепления болтов могут иметь различную конструкцию и различные способы закрепления со стеной (перегородкой).

При монтаже на съемных металлических конструкциях изоляторы закрепляются сквозными болтами к уголкам. Уголки в свою очередь крепятся к стене на крошштейнах.

Во избежание провертывания штырей и шпилек во время наворачивания гаек к штырям и шпилькам привариваются шайбы.

Пример установки на металлоконструкциях показан на рис. 19,а.

К строительным плоскостям опорные изоляторы крепятся различными способами в зависимости от места монтажа. Так, например, при установке изоляторов на стене изоляторы крепятся штырями, заделанными в стене (рис. 19,б), при установке на тонкой перегородке толщиной до 100 мм — сквозными болтами и гайками (рис. 19,в), при установке на торце перегородки — посредством хомутов, закрепляемых сквозными болтами на перегородке (рис. 19,г).

Монтаж опорных изоляторов производится следующим образом. После разметки осей определяются места установки изоляторов и с помощью шаблонов намечаются центры отверстий для крепящих болтов крайних изоляторов. Затем устанавливаются два крайних изолятора или штыря, между ними натягивается шнур или стальная проволока, намечаются места установки всех промежуточных изоляторов.

Необходимо отверстия в металлоконструкциях просверливать такими, чтобы болты имели достаточный зазор в отверстиях с целью обеспечения возможности точной установки всех изоляторов по намеченным осям. Соотношения диаметров отверстий и болтов приведены в табл. 10. Допускается отклонение оси не больше ± 5 мм.

Таблица 10

Соотношение диаметров болтов и отверстий

	Диаметры, мм									
Болт	6	8	9	10	12	13	14	15	16	18
Отверстие	7	9	10,5	11,5	13,5	15	16	17	18	20

Также не допускается расхождение по высоте между установленными опорными изоляторами больше чем ± 2 мм. Для проверки совпадения высот опорных изоляторов трех фаз пользуются рейкой, накладываемой на колпачки трех изоляторов, и ватерпасом, устанавливаемом на рейке. Регулировка изоляторов по высоте осу-

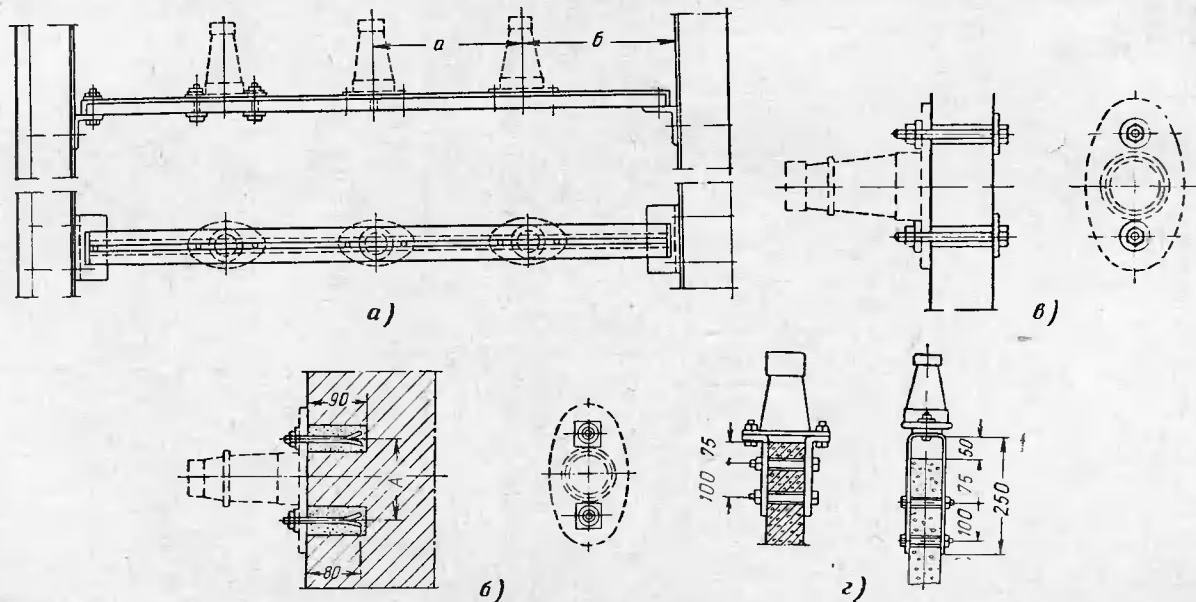


Рис. 19. Монтаж опорных изоляторов в ЗРУ.

a — на съемных стальных конструкциях; *б* — на штырях к стене; *в* — сквозными болтами к перегородке; *г* — хомутами.

ществляется путем подкладывания стальных пластинок под фланцы; по вертикальным плоскостям или на полках на крепящие болты, под фланцы надеваются стальные шайбы. Особо строго должны соблюдаться расстояния между изоляторами разных фаз и от оси изоляторов до стен и заземленных конструкций. Кратчайшие изоляционные расстояния от токоведущих до заземленных частей и между токоведущими частями разных фаз указаны в табл. 11.

Таблица 11

Кратчайшие расстояния между токоведущими частями разных фаз

Тип РУ	Расстояние, см, для класса напряжения, кВ									
	3	6	10	20	35	110	150	220	330	500
ОРУ	20	20	20	30	40	100	140	200	280	420
ЗРУ	7,5	10	12,5	18	29	—	—	—	—	—

При установке изоляторов на оштукатуренных стенах под фланцы и гайки подкладываются стальные пластины и шайбы во избежание утопления фланцев и гаек в штукатурке. При установке на заземленных металлоконструкциях опорные изоляторы не заземляются, но соприкасающиеся между собой поверхности фланцев изоляторов и металлоконструкций должны быть зачищены до металлического блеска и покрыты техническим вазелином или солидолом. При установке на стенах (или перекрытиях) опорные изоляторы должны заземляться, для чего на фланцах предусмотрены заземляющие болты, которые должны располагаться по одной линии таким образом, чтобы было обеспечено удобнее подсоединение к заземляющей шине.

Для установки шин к колпачкам опорных изоляторов прикрепляются шинодержатели, конструкции которых зависят от размеров, количества и способа расположения шинопроводов.

На рис. 20 показаны различные конструкции шинодержателей и способы их крепления к опорным изоляторам. Шинодержатели крепятся к колпачкам опорных изоляторов болтами, количество и размеры которых зависят от типов изоляторов и конструкции шинодержателей. При креплении шинодержателей к колпачкам опор-

ных изоляторов необходимо выбирать длину крепящих болтов такой, чтобы концы болтов не упирались в изоляционную деталь (фарфор, стекло), чтобы не нарушить армировки колпачка и не повредить фарфора.

Монтаж опорных изоляторов в ОРУ. В ОРУ применяются в качестве опорных изоляторов опорно-штыревые типов ШН-6, ШН-10, ИШД-10 на 6 и 10 кв; ИШД-35,

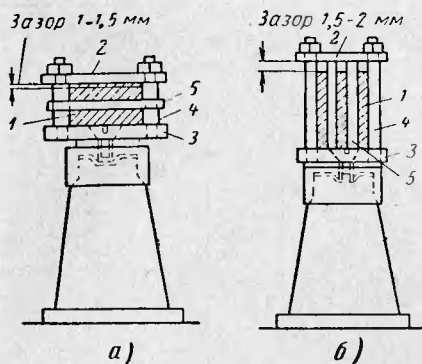


Рис. 20. Монтаж шинодержателей для крепления на опорных изоляторах.

а — шинодержатель для монтажа шин плашмя; *б* — шинодержатель для монтажа шин на ребро; 1 — шина; 2 — верхняя планка; 3 — нижняя планка; 4 — шпилька; 5 — прокладка.

ШМ-35; ШТ-35 — на 35 кв. На 6 и 10 кв выпускаются также и стеклянные изоляторы типов ШНС-6 и ШНС-10. Для установок напряжением выше 35 кв опорно-штыревые и опорно-стержневые изоляторы собираются в колонки.

Количество опорных изоляторов в ОРУ для нормальных атмосферных условий приведено в табл. 12 и для районов с загрязненной атмосферой — в табл. 13. Опорные изоляторы в ОРУ применяются в конструкциях шинных мостов для крепления шин (рис. 21), а также в качестве опорных конструкций аппаратов (разъединителей, короткозамыкателей, выключателей воздушных и др., рис. 22).

Подготовка изоляторов к монтажу производится в том же порядке, что и опорных изоляторов для внут-

ренной установки. Учитывая, что опорно-штыревые изоляторы на 35 кВ несут значительные механические и электрические нагрузки, при подготовке и осмотре изоляторов должно быть обращено внимание на тщательность армировки, отсутствие трещин и сколов в цемент-

Таблица 12

**Количество опорных изоляторов в ОРУ
для нормальных атмосферных условий**

Тип изолятора	Количество изоляторов, шт., при классе напряжения, кВ							
	6—10	20	35	110	150	220	330	500
ШН-10	1	—	—	—	—	—	—	—
ШНС-10*	1	—	—	—	—	—	—	—
ИШД-10	1	—	—	—	—	—	—	—
ШТ-35	—	—	1	3	4	—	—	—
ИШД-35	—	—	1	3	4	5	—	—
СТ-35	—	1	1	—	—	—	—	—
СО-35	—	1	1	—	—	—	—	—
КО-110	—	—	—	1	—	—	—	—
СТ-110	—	—	—	1	—	—	—	—
КО-400	—	—	—	—	—	—	6	9

* Стекланный.

ной связке, наличие предохранительной смазки на цементных швах, соосность отверстий в колпачках и штырях, параллельность опорных поверхностей. Все крепежные детали для крепления изоляторов в ОРУ (болты,

Таблица 13

**Количество опорных изоляторов
для районов с загрязненной атмосферой
(рекомендации ОРГРЭС)**

Тип изолятора	Класс напряжения, кВ		
	35	110	150
ОС-1	2	5	—
СО-35	1	—	—
ШТ-35	2	—	—
ИШД-35	—	4	5

гайки, шайбы) должны применяться чистые с антикоррозионным покрытием (оцинкованные, кадмированные или оксидированные).

Разметка осей и мест установки изоляторов в шинных устройствах производится описанными выше способами. Что же касается установки опорных изоляторов в аппаратах, то эта операция целиком связана с монтажом аппарата.

Одним из важных условий надежной работы колонок опорно-штыревых изоляторов является требование со-

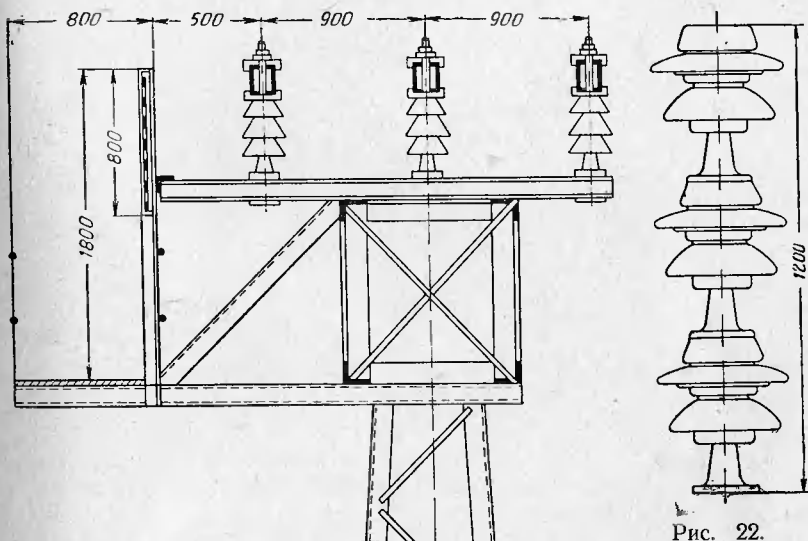


Рис. 21. Шинный мост 35 кВ на опорно-штыревых изоляторах в ОРУ.

Рис. 22. Колонка из трех изоляторов типа ШТ-35 на 110 кВ.

блюдения установки изоляторов строго по вертикальной оси. Для выравнивания изоляторов пользуются тонкими металлическими прокладками. Проверка правильности установки изоляторов по вертикальной оси производится отвесами.

Монтаж проходных изоляторов в ЗРУ. Проверка и отбраковка изоляторов проводятся обычными методами, как указано выше, при этом особо тщательной проверке должны подвергаться проходные изоляторы с внут-

ренной бумажной, жидкой и полужидкой изоляцией, так как при хранении и транспортировке возможно увлажнение внутренней изоляции.

Проходные изоляторы устанавливаются на металлических конструкциях или железобетонных плитах. Плиты и металлоконструкции изготавливаются в мастерских заранее, при этом должны быть увязаны в рабочих чер-

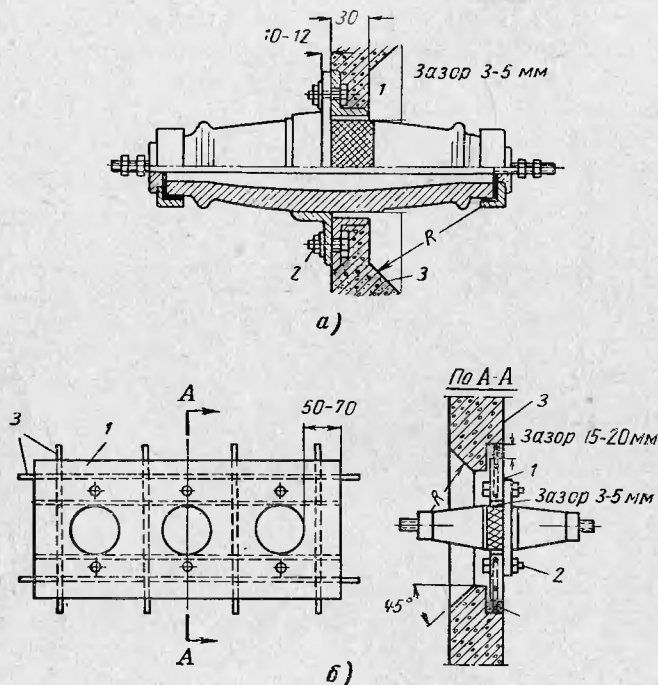


Рис. 23. Монтаж проходных изоляторов в ЗРУ.

а — на железобетонной плите; *б* — на металлической раме; 1 — угловая сталь (железобетонная плита); 2 — крепежный болт; 3 — стена; *R* — минимальное расстояние от токоведущих частей до перегородки.

тежах размеры проемов в строительных конструкциях и разметка отверстий в плитах в соответствии с расположением крепежных отверстий во фланцах изоляторов. Допускается отклонение от размеров не больше ± 2 мм. Допустимые отклонения между центрами токоведущих стержней ± 5 мм. Примеры установки проходных изоляторов в ЗРУ приведены на рис. 23.

В проемы стен (перегородок) или перекрытий устанавливаются плиты или рамы, выверяются оси симметрии, плиты и рамы закрепляются, устанавливаются и закрепляются изоляторы и производится присоединение их к заземляющей сети.

Ра́мы для установки проходных изоляторов изготовляются из профильной стали (уголковой) размерами 40×40 мм для изоляторов типа П, нормированных для разрушающих нагрузок до 750 кг включительно, и 60×60 мм для изоляторов, нормированных для разрушающих нагрузок свыше 750 кг.

Плиты для закрытия проемов изготовляются из стального листа толщиной 1—2 мм. При установке проходных изоляторов на номинальные токи свыше 1 000 а стальные листы должны разрезаться по оси изолятора, с тем чтобы получился зазор в месте разреза 3 мм, в который заделывается пластинка из немагнитного материала (медь, латунь и др.). Этим мероприятием избегается нагрев плиты из-за перемагничивания ее переменным током. Проходные изоляторы до 10 кв включительно могут крепиться на плитах в мастерской с последующей установкой собранных узлов в проемах стен или перекрытий.

Рекомендуется приваривать крепящие болты к стальным конструкциям во избежание проворачивания при заворачивании гаек. Зазор между отверстием в плите и фарфором должен быть порядка 3—5 мм. При установке проходных изоляторов необходимо соблюдать изоляционные расстояния между разными фазами, а также между токоведущими и заземленными частями. Для точной установки изоляторов рекомендуется применять шаблоны с отверстиями для стержней трех изоляторов. Как указывалось выше, проходные изоляторы могут быть с токоведущим стержнем или без него.

Изоляторы без токоведущих стержней, предназначенные для пропуска шин через стены и перекрытия, как правило, устанавливаются на металлических рамах. Порядок установки остается тот же, что и для установки на железобетонных плитах, но необходимо особо тщательно соблюдать положение вертикальной оси изоляторов и совпадение окон в стальных крепежных пластинах во избежание трудностей, могущих возникнуть при пропуске шин через изоляторы.

Для заземления проходных изоляторов, устанавливаемых на стальные рамы или плиты, достаточно зачистить нижние поверхности средних фланцев и соответствующие участки металлоконструкций и смазать эти участки техническим вазелином или солидолом. При установке проходных изоляторов на стенах, перекрытиях или на изолированных плитах каждый фланец изолятора присоединяется электрически к заземляющим полосам, для чего изоляторы должны располагаться так, чтобы заземляющие болты на фланцах были обращены в одну сторону.

Монтаж проходных изоляторов в ОРУ. Проходные изоляторы в ОРУ применяются для ввода шин ОРУ в здания ЗРУ при номинальном напряжении практически до 110 кВ. На напряжение 110 кВ применяются маслонаполненные проходные изоляторы (вводы), которые носят название «линейные».

Проверка и подготовка перед монтажом проходных изоляторов до напряжения 35 кВ обычная. Вводы маслонаполненные должны дополнительно проверяться на герметичность при избыточном давлении до 1 ат, проверяется также уровень масла в маслоуказателе. При длительном хранении вводов рекомендуется проверить состояние масла, для чего определяется $\text{tg } \delta$ масла.

Монтаж изоляторов производится в том же порядке, как и проходных изоляторов в ЗРУ. Дополнительно необходимо обеспечить наклон изоляторов на угол в 30° к горизонтальной оси, причем часть изолятора, расположенная вне помещения, должна быть выше, чем часть изолятора, находящаяся внутри помещения.

Необходимо следить за тщательным уплотнением верхнего колпачка и стержня во избежание попадания влаги во внутрь изолятора.

Вводы на 35 и 110 кВ крепят на стальных плитах. С внутренней стороны здания плита изолируется асбестом для предохранения от возможной конденсации влаги на поверхности изолятора. Иногда снаружи над проходными изоляторами 35 и 110 кВ на стенах делаются козырьки в целях предохранения изоляторов от попадания влаги во внутрь изоляторов.

Пример монтажа проходного изолятора типа ПНВ-10 на 10 кВ приведен на рис. 24,а, то же линейного ввода 110 кВ в стене — на рис. 24,б.

Монтаж подвесных изоляторов. Подвесные изоляторы применяются в ОРУ для монтажа сборных, главных шин, которые несут всю электрическую нагрузку. В качестве шин при монтаже на подвесных изоляторах применяется голый провод медный, алюминиевый или сталеалюминиевый, сплошной или полый. Материал провода, марка его задаются проектом РУ.

Порядок монтажа шин в настоящей брошюре не рассматривается, с этим процессом можно ознакомиться в специальной литературе.

При подготовке изоляторов к монтажу необходимо обращать внимание на комплектность (наличие замков

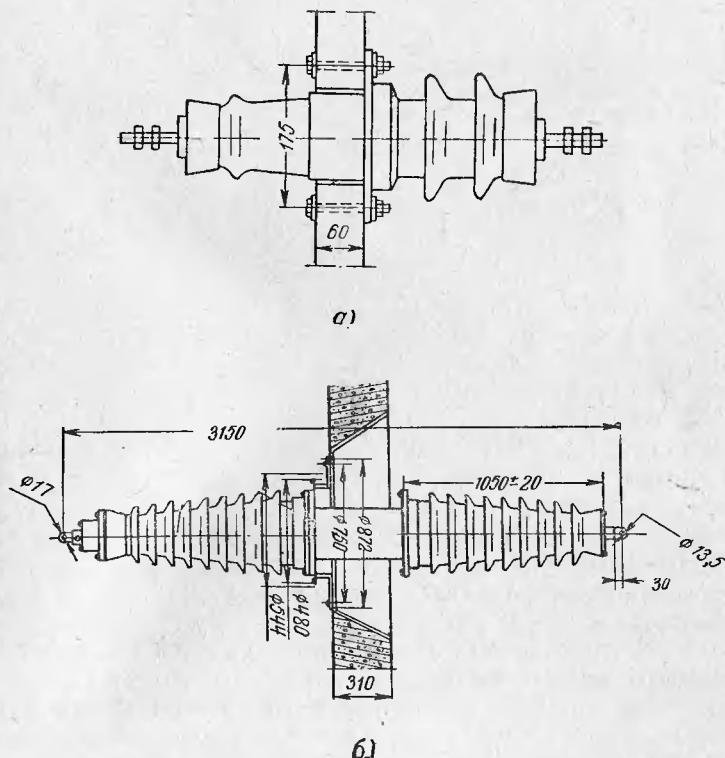


Рис. 24. Монтаж проходных изоляторов в ОРУ.

а — тип ПНВ-10 на 10 кВ в стене; б — ввод маслонаполненный линейный на 110 кВ.

в каждом изоляторе), качество армировки и состояние поверхности изоляторов.

При возникновении сомнения в качестве армировки или при наличии поверхностных дефектов изоляционной детали или шапок необходимо такие изоляторы испытать в лаборатории путем приложения испытательной нагрузки и напряжения 60—70 кв.

Сборка гирлянд подвесных изоляторов производится на монтажной площадке, на решетках, рамах, подмостях или в специальных контейнерах. Типы, количество изоляторов в гирляндах зависят от ряда факторов и определяются проектом ОРУ. В чертежах указывается спецификация всех элементов, входящих в состав гирлянды.

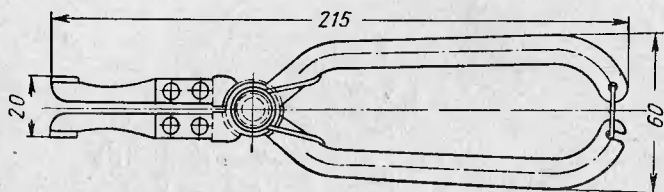


Рис. 25. Щипцы для установки пружинных замков в подвесных изоляторах.

Перед сборкой гирлянды должно быть проверено наличие всех деталей арматуры согласно чертежу, изоляторы следует обтереть мокрой ветошью, зимой — смоченной в спирте или бензине.

Для сборки гирлянды из изоляторов специальными щипцами (рис. 25) вынимают замки, заводят стержни в гнезда шапок и устанавливают замки обратно. К нижнему изолятору (первому от провода) присоединяют ушко, к верхнему (первому от траверсы) — серьгу. При сборке гирлянды все детали (шпильки, шайбы, шпильники и др.) должны быть установлены обратно на свои места.

Изоляторы в гирлянде должны располагаться таким образом, чтобы замки были обращены в одну сторону, по одной линии с целью удобного доступа к ним при необходимости осмотра или замены изолятора в подвешенной к опоре гирлянде; в натяжных гирляндах рекомендуется располагать замки вниз, в поддерживающих — в сторону стойки опор.

Скомплектованные гирлянды транспортируются

к опорам (порталам) и укладываются таким образом возле опоры, чтобы не требовалось перемещать их для подъема на опору. Конец раскатанного по земле провода закрепляется в натяжном зажиме согласно монтажной инструкции, зажим присоединяется к натяжной гирлянде и весь узел поднимается лебедкой или трактором на анкерную опору (портал).

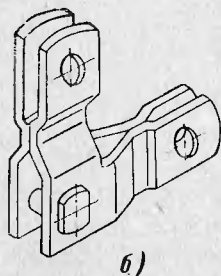
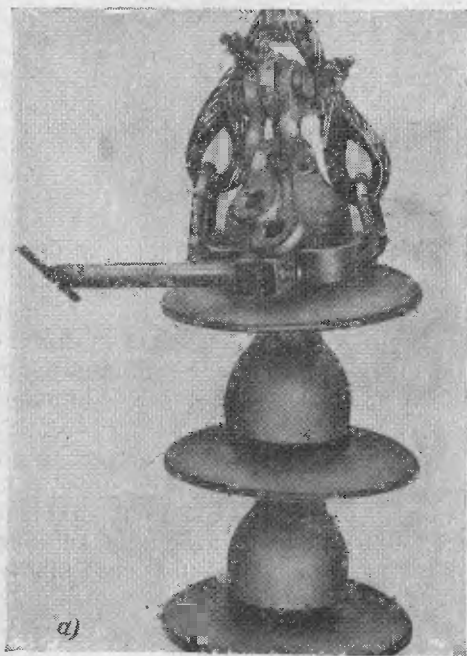


Рис. 26. Приспособления для подъема гирлянд.

а — хомут для подъема гирлянд подвесных изоляторов; *б* — промежуточное звено для подъема гирлянды подвесных изоляторов.

Во избежание резкого изгиба длинных гирлянд при подъеме на опору применяется специальный лоток или разборный контейнер. Для подъема длинных гирлянд изоляторов применяется монтажный хомут, которым захватывают третий изолятор (считая от траверсы) под кромку шапки (рис. 26,а); после сцепления верхней скобы гирлянды с узлом крепления траверсы опоры монтажный хомут освобождается.

Существуют также специальные промежуточные звенья (рис. 26,б), с помощью которых также можно произвести подъем и крепление гирлянды к опоре. Эти звенья входят в комплект деталей гирлянды. После

установки натяжной гирлянды посредством монтажного зажима производится натяжка провода, заложенного в раскаточные ролики, установленные на поддерживающих гирляндах. Затем на проводе в месте крепления его к натяжной гирлянде противоположной опоры накладывается бандаж из проволоки, провод опускается на землю, отмеряется длина гирлянды от бандажа на проводе и в этом месте устанавливается натяжной зажим, который сцепляется с гирляндой, и весь узел (гирлянда с проводом) поднимается на опору через блок и закрепляется к траверсе.

Следующей операцией является освобождение провода от раскаточных роликов, укладка и закрепление провода в зажимах поддерживающих гирлянд. Монтаж спусков к аппаратам производится или на земле перед подъемом провода (тяжелых проводов) методом опрессовки, или на подвешенном проводе (опрессовкой — для легких проводов) и с помощью ответвительных болтовых зажимов для проводов всех сечений.

Подвесные изоляторы применяются также для подвески различной аппаратуры в ОРУ 220—500 кВ, например разрядников, заградителей, конденсаторов высокочастотной связи и др., а также в качестве изолированных оттяжек в различных аппаратах.

Монтаж поддерживающих гирлянд для подвески аппаратов не представляет особой сложности, ничем не отличается от монтажа изоляторов для шинпровода.

На рис. 27 приведен пример использования гирлянд подвесных изоляторов для подвешивания вентильных разрядников в ОРУ 500 кВ.

Общие сведения по монтажу аппаратных изоляторов в РУ. Изоляторы, применяемые в аппаратах высокого напряжения, могут поступать на монтаж или смонтированными в аппаратах, или отдельно от аппарата. В первом случае никаких специальных операций с изоляторами при монтаже не производится, аппараты вместе с изоляторами подвергаются обычному осмотру и ревизии, во втором случае изоляторы должны быть подвергнуты осмотру и подготовке к монтажу в соответствии с инструкцией по монтажу и эксплуатации данных изоляторов.

К аппаратным изоляторам, поступающим на монтажные площадки отдельно от аппаратов, относятся в основном проходные изоляторы (маслонаполненные вводы

на напряжение 110 кВ и выше), описание монтажа этих изоляторов в настоящую брошюру не входит.

Общие положения и правила подготовки к монтажу аппаратных изоляторов сводятся к следующим пунктам.

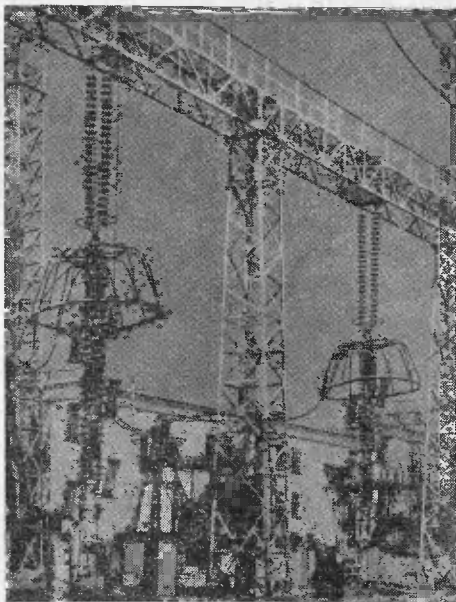


Рис. 27. Монтаж вентильных разрядников на подвесных изоляторах.

1. Изоляторы с внутренней органической изоляцией и маслонаполненные должны храниться в закрытом помещении с температурой не ниже -5°C .

2. Маслонаполненные вводы должны храниться в вертикальном положении; негерметичные вводы должны храниться с вывернутыми «дыхательными» пробками. Перед монтажом необходимо убедиться в наличии в маслоуказателе масла, в отсутствии течи масла, целостности цементных швов, уплотнений и антикоррозионных покрытий. Следует проверить масло на пробивное напряжение и определить величину диэлектрических потерь.

3. При транспортировке крупных фарфоровых неармированных покрышек избегать «кантовки» их во избежание сколов фарфора на торцах.

4. Затяжку болтов на фланцах производить равномерно, поочередно, на $\frac{1}{4}$ оборота. Рекомендуется пользоваться моментными ключами по ГОСТ 2839-45 или ГОСТ 3328-46 с ограничителями усилий или с динамометрами.

5. Уплотняющие прокладки под торцами фарфоровых крышек должны приклеиваться бакелитовым лаком или клеем Б-99 с двух сторон.

6. Подъем крупных изоляторов и крышек при монтаже аппаратов производится обязательно строповкой мягкими стропами, места и методы строповки следует соблюдать строго по заводским инструкциям.

7. При монтаже изоляторов должны строго соблюдаться общие правила техники безопасности для строительного-монтажных работ.

Проверка изоляторов после монтажа. При проверке и испытании всей аппаратуры РУ после монтажа в отношении изоляторов следует обращать внимание на состояние поверхности изоляционной детали (фарфор, стекло), отсутствие загрязненности изоляции, правильную затяжку болтов, наличие масла в маслоуказателях вводов.

Должны быть проверены изоляционные расстояния между изоляторами разных фаз в шинных устройствах и до заземленных частей; проверке подлежат также все подсоединения (контакты) к изоляторам, не допуская перекосов изоляторов от неправильной затяжки.

При проверке правильности произведенного монтажа изоляторов следует руководствоваться «Правилами технической эксплуатации», «Правилами устройств электротехнических установок», «Правилами техники безопасности» и монтажными инструкциями.

При обнаружении негодных изоляторов последние должны быть заменены. Замена опорных и проходных изоляторов не представляет особых трудностей, хотя демонтаж шин на отдельном участке требует определенных затрат рабочего времени. Значительно сложнее производится замена подвесных изоляторов в ошиновках, в особенности в натяжных гирляндах 110 кВ и выше. Для замены изоляторов в таких гирляндах применяются специальные приспособления, которыми провод в натянутом состоянии прикрепляется к траверсе опоры, а гирлянда целиком или отдельные изоляторы ее высвобождаются для ремонта или замены.

5. РЕМОНТ ИЗОЛЯТОРОВ

Учитывая, что такие изоляторы, как крупные покрышки и вводы на 110 кВ и выше, стоят дорого, а отсутствие запасных изоляторов может отразиться на сроках монтажа РУ, в исключительных случаях изоляторы с небольшими поверхностными дефектами могут быть использованы для монтажа при условии выполнения соответствующего ремонта их.

Ниже приводятся исключительно те дефекты, которые могли образоваться при транспортировке или в условиях длительного и недостаточно надежного хранения изоляторов, так как изоляторы с внешними дефектами, не соответствующие техническим требованиям, не должны поступать ни на базисные склады, ни на монтажные площадки и во всяком случае должны быть отбракованы перед монтажом.

К таким наиболее часто встречающимся дефектам могут быть отнесены следующие.

Небольшие сколы фарфора на торцах покрышек, на ребрах и на других неотвественных местах, появившиеся в результате небрежного хранения или неправильной транспортировки этих изоляторов. Площадь допускаемых сколов зависит от размера покрышки и определяется специальной комиссией в присутствии представителя эксплуатирующей организации. Ремонт таких изоляторов состоит в приклеивании отколотой части к основному телу изолятора (в том случае, если отколовшаяся часть сохранилась) или в покрытии дефектной поверхности специальными водостойкими лаками, если приклею отколотой части невозможно осуществить.

Для склейки фарфоровых частей употребляются различные клеи, например карбинольный клей, БФ-4, Б-88, клей на основе эпоксидной смолы. Перед нанесением клеящего состава поверхности, подлежащие склейке, обезжириваются спиртом или уайт-спиритом или авиационным бензином. Каждый клей требует специальной технологии склейки. Более подробное описание методов склейки и заделки дефектов поверхности фарфоровых изоляторов дано в специальной литературе.

Повреждение цементных швов в местах армировки изоляторов может появиться в результате недоброкачественной армировки на заводах — изготовителях изоля-

торов или из-за неправильного хранения и небрежной транспортировки.

Дефекты армировки могут выражаться в виде выкрашивания цементной связки из швов, появления трещин цементной связки и отсутствия влагонепроницаемых покрытий на цементных швах.

Ремонт таких изоляторов состоит в следующем: поврежденная часть цементной связки осторожно удаляется с помощью зубила, образовавшаяся полость очищается от крошек и пыли, смачивается водой и заливается цементной связкой, состоящей из двух частей портландцемента марки 500-600 и одной части речного песка или фарфоровой крошки. После заливки цементная связка должна отвердевать в течение семи суток с увлажнением шва. В случае необходимости замены отдельных деталей составных изоляторов (например, опорно-штыревых двух- трехэлементных изоляторов) цементная связка полностью удаляется и заново производится армировка изоляторов; во избежание нарушения технологии армировки желательно производить ее в полном соответствии с заводской технологической инструкцией.

Нарушение уплотнений вводов и вследствие этого появление течи масла может иметь место в результате небрежного хранения вводов и нарушения заводской инструкции по хранению и транспортировке вводов. Производится подтяжка фланцевых уплотнений, поочередно подтягивается каждый болт на $1/4$ оборота. Если после подтяжки течь не прекращается, ввод бракуется и подлежит замене или полному ремонту в мастерских.

Увлажнение внутренней изоляции вводов может произойти в результате неправильного хранения их.

При увлажнении внутренней изоляции (в особенности бумажной изоляции) может резко повыситься угол электрических потерь ($\text{tg } \delta$), дальнейший рост которого приводит к пробое изоляции.

Ремонт таких вводов сводится к сушке изоляции; методы сушки описаны в специальной литературе. При увлажнении или загрязнении масла во вводах оно может быть полностью заменено заранее испытанным доброкачественным маслом.

6. ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ИЗОЛЯТОРОВ ПЕРЕД МОНТАЖОМ И ПОСЛЕ РЕМОНТА

Порядок проведения профилактических испытаний изоляторов. Профилактические испытания подстанционных и аппаратных изоляторов производятся при проверке изоляторов перед монтажом в случае возникновения сомнения в доброкачественности изоляторов и после ремонта изоляторов.

Профилактические испытания изоляторов перед монтажом необходимо проводить при обнаружении на поверхности изоляторов дефектов (волосные трещины, сколы и т. п.), а также, например, после длительного пребывания проходных изоляторов на открытом воздухе, неправильном хранении и т. п. В маслонаполненных вводах производится, кроме того, определение состояния масла.

Испытания после ремонта безусловно должны производиться, так как во время ремонта возможны повреждения изоляции и неправильная сборка. Вопросы методики испытаний изоляторов достаточно подробно освещены в специальной литературе.

Объем испытаний изоляторов после ремонта регламентируется «Правилами технической эксплуатации электростанций и сетей» и инструкциями.

Испытание изоляторов повышенным напряжением. Этим испытаниям подвергаются все изоляторы, подлежащие проверке, за исключением покрышек. Испытания проводятся напряжением переменного тока, длительность приложения напряжения 1 мин для керамической изоляции и 5 мин — для органической изоляции (баке-лит, бумага и др.).

Принципиальная схема испытаний изоляторов напряжением приведена на рис. 28.

При смешанной изоляции, например вводы с фарфоровой крышкой и бумажно-масляной изоляцией, длительность приложения напряжения может быть принята 1 мин, если органическая основная изоляция была предварительно испытана в течение 5 мин.

Величины испытательных напряжений для одноэлементных опорных и проходных изоляторов, находящихся в эксплуатации и после ремонта, установлены ПУЭ и приведены в табл. 14.

**Величины испытательных напряжений
одноэлементных опорных и проходных изоляторов**

Изоляции электро- установки	Класс напряжений, кВ										
	3	6	10	15	20	35	110	150	220	330	500
Нормальная . .	25	32	42	57	68	100	265	340	490	630	770
Облегченная . . .	14	21	32	48	—	—	—	—	—	—	—

Для опорных многоэлементных изоляторов типов ШТ-35, ИШД-35, ОС-1 и других и для всех подвесных изоляторов установлено испытательное напряжение для

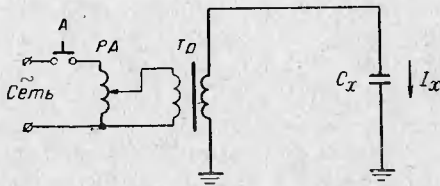


Рис. 28. Принципиальная схема испытательных изоляторов напряжением промышленной частоты.

каждого элемента 50 кВ в течение 1 мин. Испытание повышенным напряжением стержневых изоляторов не обязательно. При испытании напряжением последнее прикладывается или между токоведущими и заземленными частями аппарата, или между токоведущими частями соседних полюсов, или между контактами одного и того же полюса в разомкнутом состоянии аппарата.

Измерение сопротивления изоляции. Сопротивление изоляции измеряется мегомметром. Этим методом контролируются обычно опорно-штыревые и подвесные изоляторы перед монтажом и после ремонта. Для измерения сопротивления изоляторов следует пользоваться мегомметром с генератором постоянного тока на напряжение 2,5 кВ.

Принципиальная схема высоковольтного мегомметра представлена на рис. 29.

Подвесные изоляторы, имеющие сопротивление ниже 330 Мом, являются дефектными и подлежат браковке.

Контроль изоляторов мегомметром весьма прост, од-

нако следует учесть, что при измерении мегомметром могут возникнуть ошибки вследствие того, что при этом методе имеет большое значение состояние поверхности изолятора. Поэтому перед замером сопротивления за несколько часов до испытаний изоляторы должны быть внесены в отапливаемое помещение, после просушки — протерты чистой материей, намоченной в спирте или уайт-спирите.

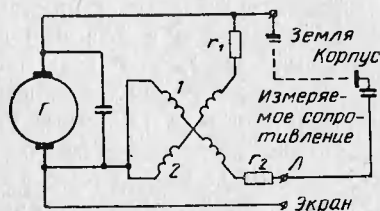


Рис. 29. Принципиальная схема высоковольтного мегомметра.

G — генератор постоянного тока; 1 — последовательная обмотка логометра; 2 — параллельная обмотка логометра; r_1 и r_2 — постоянные добавочные сопротивления.

Правилами устройства электроустановок установлены следующие нормы допустимых величин сопротивления изоляции:

- а) для труб, воздухопроводов воздушных выключателей до 15 кВ не меньше 100 Мом;
- б) для тяг ВВ-35, ВВН-35 до 35 кВ не меньше 300 Мом;
- в) для опорных изоляторов, тяг до 110 кВ и выше не меньше 5 000 Мом.

Измерение распределения напряжения по поверхности изоляторов. Этим методом контролируется состояние подвесных и опорно-штыревых изоляторов, находящихся под напряжением. Это испытание может потребоваться при проверке состояния изоляции ошиновки после монтажа и перед сдачей РУ в эксплуатацию.

При проверке подвесных изоляторов в гирляндах могут оказаться пробитые «нулевые» изоляторы. Для выявления дефектных изоляторов и служит метод измерения распределения напряжения по гирлянде. Суть этого метода испытаний состоит в следующем.

Известно, что каждый изолятор представляет собой конденсатор, состоящий из изолирующей детали и двух

электродов, из которых один заземлен, а к другому подводится напряжение. В гирляндах подвесных изоляторов, в колонках опорно-штыревых изоляторов, кроме собственной емкости конденсатора C , накладываются еще емкости по отношению к шинному проводу C_2 и по отношению к земле C_1 .

Емкости отдельных изоляторов, а также емкости их по отношению к земле примерно одинаковы, а вот емкости изоляторов в гирлянде и в колонке по отношению к проводу весьма различны, что и вызывает неравномерное распределение напряжения, падающего на изоляторы по длине гирлянды или колонки. Так, например, напряжение, падающее на первый элемент от провода шестиэлементной гирлянды 110 кВ составляет 29%, а на шестой элемент — 13% всего фазного напряжения, падающего на гирлянду.

Таким образом, если в гирлянде подвесных изоляторов или в колонке опорных изоляторов обнаружится пробитый (или «нулевой») изолятор, то оставшееся напряжение перераспределится на остальные целые изоляторы, которые могут не выдержать повышенного напряжения, и гирлянда перекроется.

На рис. 30 показана схема замещения шестиэлементной гирлянды подвесных изоляторов на 110 кВ и кривые распределения напряжения по гирлянде. Как видно из кривой 2, при пробое изолятора под номером 3, напряжение резко перераспределилось и на изоляторе под номером 4 уже составило 8,5 кВ вместо 5 кВ.

Замеры распределения напряжения по изоляторам производятся под напряжением специальными изолированными штангами.

Определение величины диэлектрических потерь. Под воздействием переменного напряжения в диэлектрике происходят потери энергии — диэлектрические потери.

Известно, что напряжение промышленной частоты вызывает в диэлектрике ток, представляющий сумму двух токов, из которых один определяет емкость изолятора, а другой — активное сопротивление его. Также известно, что между напряжением и током существует сдвиг на определенный угол.

Без диэлектрических потерь угол между напряжением и током, проходящим через изоляцию, был бы равен 90°. Из-за наличия диэлектрических потерь в изоляции сдвиг фаз между напряжением и током меньше 90°; раз-

Ность между углом 90° и углом сдвига фаз называется углом диэлектрических потерь и обозначается греческой буквой δ (дельта). Обычно пользуются не самым углом δ , а тангенсом этого угла $\text{tg } \delta$, а диэлектрические потери выражают в процентах. По величине $\text{tg } \delta$ диэлектрика можно определить состояние его (увлажнение, чистоту материала и др.).

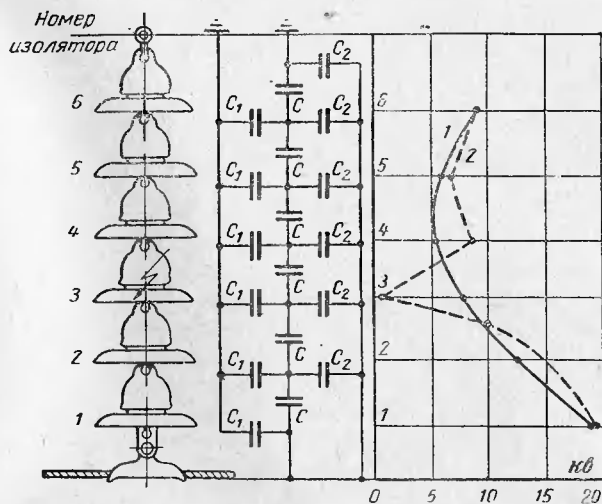


Рис. 30. Схема замещения гирлянды подвесных изоляторов и кривые распределения напряжения по гирлянде 110 кВ в случаях.

1 — при исправных изоляторах; 2 — при повреждении третьего изолятора.

Поскольку неорганические твердые диэлектрики (фарфор, стекло) негигроскопичны, $\text{tg } \delta$ не может в полной мере дать оценку состояния качества фарфоровых и стеклянных изоляторов. Для изоляторов же, в конструкции которых имеются органические диэлектрики (бакелит, бумага и др.), определение величины диэлектрических потерь является одним из основных факторов оценки состояния изоляции, так как даже небольшое увлажнение такой изоляции, вызывает увеличение $\text{tg } \delta$.

Этим испытаниям подвергаются в основном мастико- и маслонеполненные вводы и изоляционные масла. Измерения $\text{tg } \delta$ производятся мостом Шеринга.

Существует несколько мостовых схем для измерения величины диэлектрических потерь, в том числе:

нормальная, перевернутая и обратная схема. При нормальной схеме (рис. 31,а) оба электрода измеряемого объекта изолированы от земли, при перевернутой (рис. 31,б) — мост и наблюдатель изолируются от высокого напряжения, при обратной (рис. 31,в) — мост и низковольтная обмотка повысительного трансформатора экра-

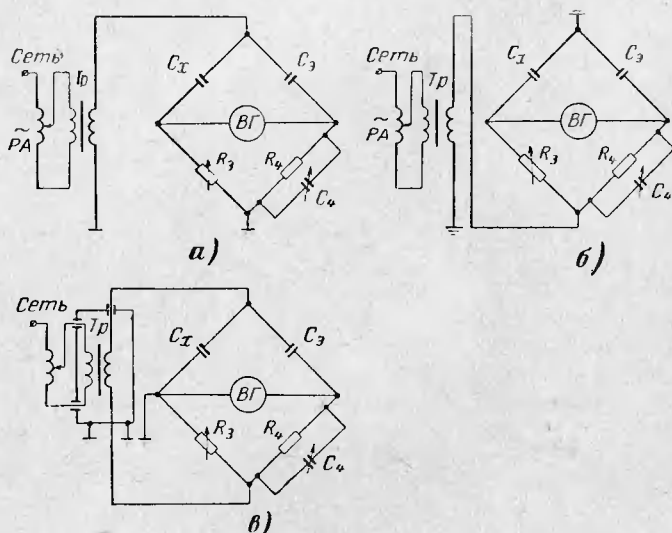


Рис. 31. Схема моста типа МДП для измерения диэлектрических потерь.

а — нормальная схема; б — перевернутая схема; в — обратная схема.

нируются. В этом случае также экранируется охранными кольцами и объект измерения.

В СССР промышленностью выпускаются мосты типа МД-16 для измерения $\operatorname{tg} \delta$ до 60% и емкостей до 0,4 мф.

При отборе масла для испытаний необходимо соблюдать требования инструкции в отношении недопущения попадания в пробу грязи, пыли и влаги из воздуха. Нормальный цвет трансформаторного масла — светло-желтый, помутнение масла указывает на окисление его. Допускаемые величины $\operatorname{tg} \delta$ вводов и проходных изоляторов указаны в табл. 15.

Предельные значения $\operatorname{tg} \delta$, %, вводов 20—35 кВ

Тип ввода	Перед монта- жом и после ремонта	Резервные
Бумажно-бакелитовый	2,5	5
Мастиконаполненный	2,5	5
Маслонаполненный	3	5

7. ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ ИЗОЛЯТОРОВ В РУ

1. К монтажным работам в РУ допускаются только лица, знакомые с правилами техники безопасности и сдавшие экзамены по этим правилам в объеме не ниже третьей квалификационной группы.

2. Технический руководитель (мастер, прораб) обязан проинструктировать монтера о безопасных методах перед началом работы. Все участки монтажа должны иметь хорошее освещение.

3. Перед началом работы монтер обязан проверить исправность механизмов и приспособлений, инструмента, подмостей, лесов, лестниц и др.

4. При работе на настилах, подмостях, лесах необходимо весь инструмент держать в ящике и не оставлять на настиле во избежание падения его вниз на проходящих людей. Работать под настилами не разрешается.

5. При протирке изоляторов спиртом, бензином и керосином необходимо создать вентиляцию помещения. Все тряпки, ветошь, используемые для протирки изоляторов, хранить в металлическом ящике с крышкой.

6. При распаковке, транспортировке и подъеме изоляторов монтер обязан соблюдать все указания, изложенные в сопроводительных монтажных и эксплуатационных инструкциях. Транспортировка и подъем изоляторов напряжением 110 кВ и выше должны быть обязательно полностью механизированы.

7. Грузоподъемные приспособления (лебедки, блоки, тали, тросы и др.) должны быть проверены на соответствующую грузоподъемность.

8. Изоляторы весом до 20 кг следует поднимать вдвоем, а при большем весе использовать в ЗРУ блоки и тали, а в ОРУ — передвижные стрелы и автокраны.

9. При перемещениях и подъеме маслonaполненных вводов 110 кВ и выше (вертикальной установки) необходимо проводить тщательную строповку за специальные подъемные болты (рым-болты), установленные на соединительных втулках, и дополнительную строповку под ребром верхней фарфоровой покрышки, с тем чтобы ввод не находился в горизонтальном положении.

10. Во избежание падения инструмента и других предметов во время монтажа изоляторов в ЗРУ необходимо перед началом монтажа закрыть имеющиеся проемы в полу, полках и перекрытиях.

11. При осмотре, ремонте и монтаже изоляторов следует предварительно проверить их и убедиться в отсутствии сколов фарфора, а также заусенцев на металлических деталях, могущих вызвать порезы рук.

12. При монтаже изоляторов на высоте выше 2 м пользоваться стремянками и лестницами, а при высоте более 4 м работы следует вести только с лесов, подмостей или со специальных механизмов. К работам с пневматическим и электроинструментом допускаются лица, специально обученные безопасным методам работ, мерам защиты и приемам оказания первой помощи при несчастных случаях.

13. На каждом рабочем месте и на участке всем персоналом должны строго соблюдаться требования пожарной безопасности, в том числе: не загромождать проходы, не разбрасывать на монтажной площадке упаковочный, обтирочный материал, а складывать его в определенном месте, не курить в местах, где запрещено курение.

14. В период наладки и эксплуатации РУ и при одновременном производстве монтажных работ в отключенных частях РУ монтерами должны особо строго соблюдаться правила безопасности; работы в этом случае допускаются только по выдаче наряда установленной формы, выдаваемого руководителем эксплуатации и в присутствии представителя этой организации.

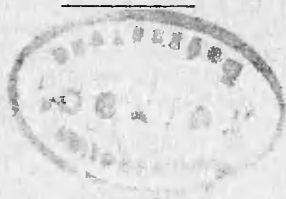
15. К работе под напряжением допускаются только монтеры, прошедшие соответствующий инструктаж и имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже четвертой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов П. В. и Гуреев И. А., Монтаж распределительных устройств. Госэнергоиздат, Изд. 2-е, 1961.
 2. Полярков М. Ф., Электрическое оборудование станций, «Энергия», 1964.
 3. Каетанович М. М., Как работают провода, изоляторы и арматура линий электропередачи, Б-ка электромонтера, вып. 63, Госэнергоиздат, 1962.
 4. Турчин Н. Я., Сооружение подстанций и электрической части станций, Госэнергоиздат, 1961.
 5. Локшин М. В., Ремонт высоковольтных изоляторов до 35 кв. Б-ка электромонтера, вып. 29, Госэнергоиздат, 1960 .
 6. Белоцерковец В. В., Малая механизация в электромонтажном производстве. Б-ка электромонтера, вып. 116, Госэнергоиздат, 1963.
 7. Киреев М. И. и Коварский А. И., Монтаж и эксплуатация электрооборудования станций, подстанций и линий электропередачи, Профтехиздат, 1963.
 8. Инструкция по монтажу и эксплуатации аппаратуры электрических станций и подстанций, Госэнергоиздат, 1959—1962.
 9. Правила устройства электроустановок, «Энергия», 1965.
 10. Правила техники безопасности для строительных и монтажных работ, Госэнергоиздат, 1959.
-

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Основные определения и сведения об изоляторах, применяемых в распределительных устройствах	5
2. Конструктивные особенности изоляторов	10
3. Основные технические требования к изоляторам	32
4. Монтаж изоляторов в распределительных устройствах	39
5. Ремонт изоляторов	61
6. Профилактические испытания изоляторов перед монтажом и после ремонта	63
7. Основные указания по технике безопасности при монтаже изоляторов в РУ	69
Литература	71



Цена 13 коп.