

Внешняя изоляция.

Диэлектрики, используемые во внешней изоляции

Требования, предъявляемые к диэлектрикам:

1. Высокая механическая прочность.
2. Высокая электрическая прочность
3. Низкая гигроскопичность, постоянство свойств при действии различных метеорологических факторов.
4. Высокая трекинговая стойкость
5. Высокая технологичность изготовления.



Сравнительные характеристики стекла и фарфора

Характеристика	СТЕКЛО	ФАРФОР
Электрическая прочность в однородном поле При толщине образца 1,5 мм	30-40 кВ/мм	45 кВ/мм
Механическая прочность при сжатии	450 Мпа	400-450 Мпа
при изгибе	70 Мпа	80 Мпа
при растяжении	30 Мпа	25-30 Мпа

преимуществами стеклянных изоляторов являются:

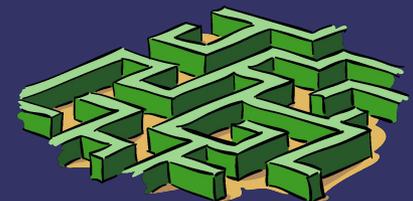
- отсутствие скрытых дефектов внутри изоляционного тела. Изоляторы проходят оптический контроль на отсутствие пузырьков в силовой головке изолятора;
- контроль изоляторов на угол поляризации проходящего света позволяет гарантировать отсутствие внутренних напряжений, стабильные электроизоляционные свойства, недостижимые в керамике;
- стеклянные изоляторы менее подвержены старению, в теле изолятора со временем не появляются микротрещины;
- стеклянные изоляторы можно быстро идентифицировать на линии при выходе их из строя.



С 2005 года в России освоено производство *полимерных изоляторов*, которые изготавливаются из стеклопластикового стержня и имеют гидрофобную, трекингостойкую кремнийорганическую оболочку.

Основные преимущества перед стеклянными и фарфоровыми изоляторами:

1. Малый вес
2. Повышенная гидрофобность
3. При обычной транспортировке исключен бой изоляторов
4. Изоляторы обладают повышенной сейсмостойкостью и устойчивостью к актам вандализма.



Классификация, назначение и типы изоляторов.

По напряжению:

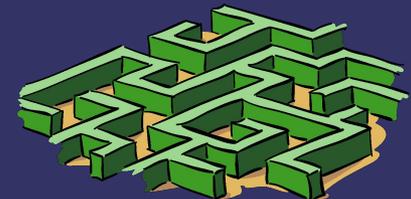
1. Высоковольтные (свыше 1000 В)
2. Низковольтные (в установках ниже 1000 В)

По роду установки:

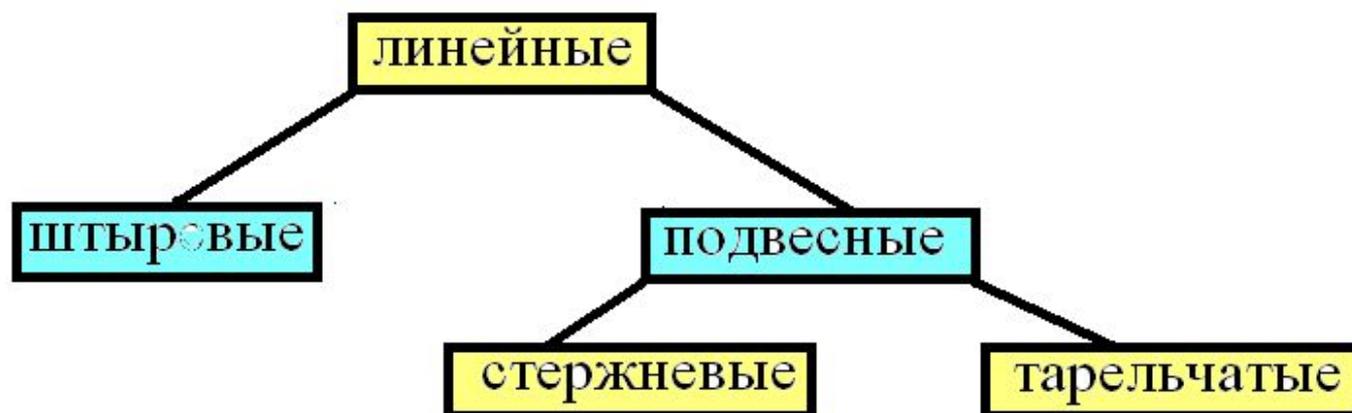
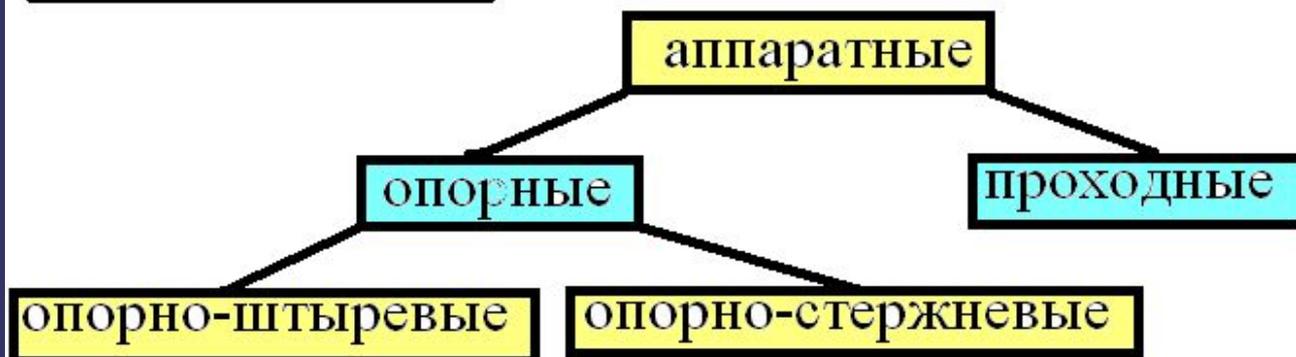
1. Изоляторы внутренней установки (для использования в закрытых помещениях)
2. Для наружной установки (с нормальной и усиленной внешней изоляцией)

По назначению:

1. Аппаратные
2. Линейные



По конструкции:



Климатическое исполнение изделий.

У	для умеренного климата	+40°C ÷ -40°C
ХЛ	для холодного климата	+40°C ÷ -60°C
УХЛ	для умеренно-холодного климата	+40°C ÷ -60°C
ТВ	для тропического влажного климата	+45°C ÷ +1°C
ТС	для тропического сухого климата	+45°C ÷ -10°C
Т	для тропического климата	+45°C ÷ -10°C
О	для общего климата суши	+45°C ÷ -60°C
М	для умеренно-холодного морского климата	+40°C ÷ -40°C
ТМ	для тропического морского климата	+45°C ÷ +1°C
ОМ	для общего морского климата	+45°C ÷ -40°C
В	всеклиматическое исполнение	+45°C ÷ -60°C

Климатическое разделение указано в ГОСТ 16350

Категории размещения изделий.

- 1 открытом воздухе
- 2 Нет прямого воздействия осадков и солнечных лучей (под навесом)
- 3 Закрытые неотапливаемые помещения с естественной вентиляцией
- 4 Помещения с искусственно регулируемым микроклиматом
- 5 Помещения с повышенной влажностью (неотапливаемые невентилируемые подземные помещения)

В технической инструкции на изделие обычно указывают климатическое исполнение и категорию размещения, например: УХЛ-1.



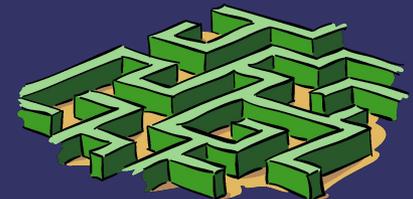
Линейные ШТЫРЕВЫЕ изоляторы

предназначены для изоляции и крепления проводов, на воздушных линиях электропередачи, в распределительных устройствах электрических станций и подстанций

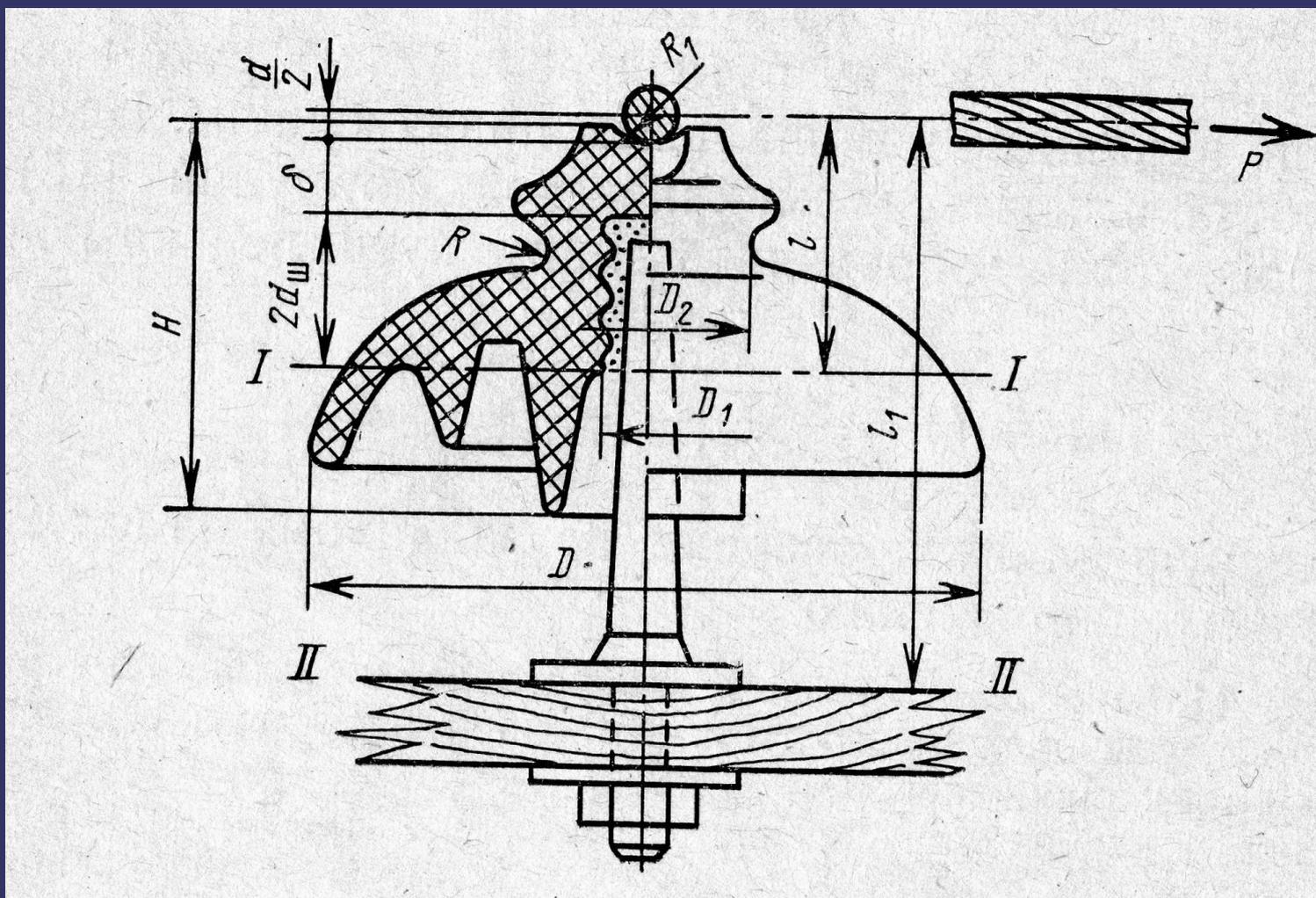


Маркировка –
Ш- штыревой
Ф – фарфоровый
С – стеклянный
ЖБ – для
железобетонных опор

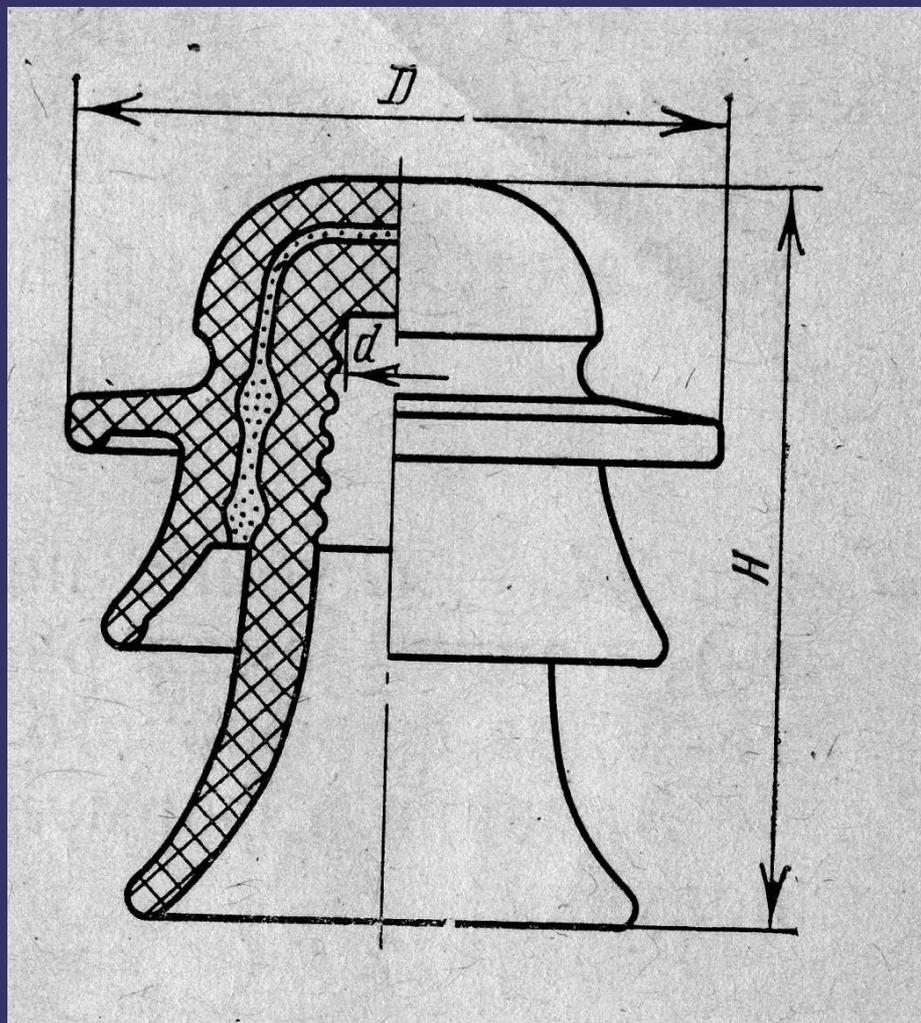
Применяются на
напряжение менее
35 кВ.



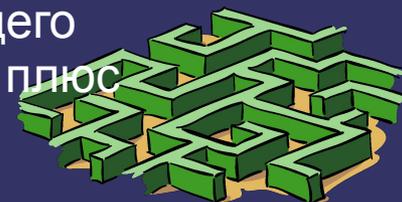
- Конструкция штыревого изолятора высокого напряжения типа ШФ-10-В



Штыревой изолятор типа ШФ-35-В



Изолятор типа ШС
Предназначен для изоляции и
крепления проводов на
воздушных линиях
электропередачи и в
распределительных
устройствах электростанций и
подстанций переменного тока
напряжением до 10кВ и
частотой до 100Гц, при
температуре окружающего
воздуха от минус 60 до плюс
50 градусов по шкале
Цельсия.

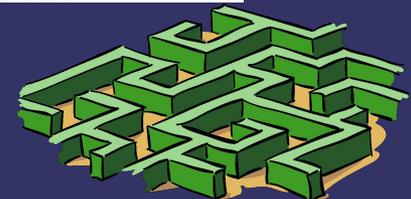




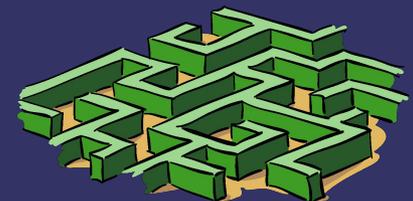
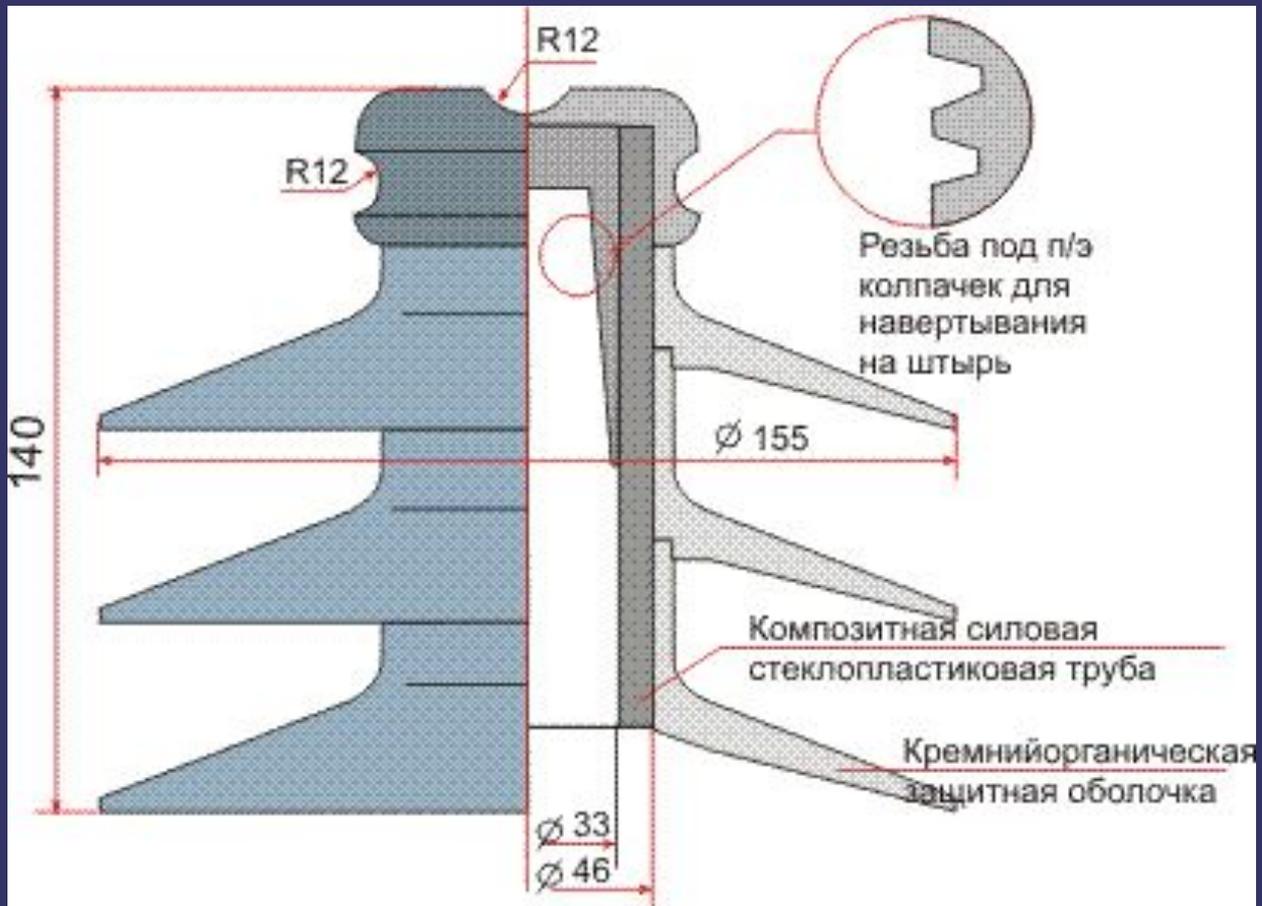
Изолятор ШФ-20Г



Изолятор ШФ 20Г1
предназначен для изоляции и
крепления проводов, в том
числе изолированных, на
воздушных линиях
электропередачи, в
распределительных
устройствах электрических
станций и подстанций
переменного тока на
напряжение до 20 кВ.



Полимерные штыревые изоляторы ШП-10

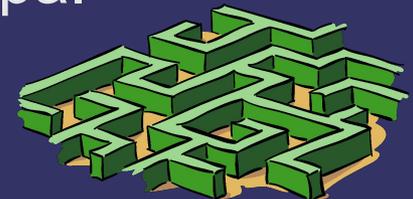


Подвесные изоляторы

Применяются на линиях от 6 кВ и выше служат для крепежа и изолирования проводов линий передач, находящихся на воздухе, гибких шин на подстанции, грозозащитных тросов на линиях и железных дорогах.

Для этого они последовательно собираются гирляндой и закрепляются арматурой.

Количество изоляторов в гирлянде зависит от напряжения высоковольтной линии передач, вида конструкции опор, типа применяемого изолятора.





ПС70-Д

- Характеристики подвесных изоляторов указаны в ГОСТ 6490—83
- Условное обозначение:
- П - подвесной
- Ф - фарфоровый
- С – стеклянный
- Г — для районов с загрязненной атмосферой
- **Числа, обозначающие класс изолятора соответствуют минимальной разрушающей электромеханической нагрузке в килоньютонах**
- Буквы – соответствуют исполнению, отличающимся конструкцией, размерами, разрядными характеристиками.



Количество изоляторов в гирлянде

- ~35 кВ (от 2-х до 5)
- ~110 кВ (от 7 до 10)
- ~154 кВ (от 9 до 12)
- ~220 кВ (от 14) фаза — толстый одиночный провод
- ~330 кВ (от 16) фаза — двойной провод
- ~500 кВ (от 17) фаза — тройной провод расположенный треугольником
- ~750 кВ (от 20) фаза — 4 или 5 проводов расположенные квадратом или кольцом

стеклянные подвесные изоляторы **ПС-70Е**

Минимальная разрушающая сила: 70 кН

Длина пути утечки: 303 мм

Пробивное напряжение в изоляционной среде: 130 кВ

Выдерживаемое напряжение при 50 Гц:

- в сухом состоянии: 70 кВ

- под дождем: 40 кВ

Масса: 3,4 кг



Тип изолятора	Размеры, мм		Путь утечки, см	Пробивное напряжение в изоляционной среде, кВ, не менее	Выдерживаемое напряжение, кВ, не менее			Масса, кг
	h	D			одноминутное при 50 Гц под дождем	импульсное при волне 1,2/50 мкс	при волне + -	

Изоляторы подвесные из закаленного стекла

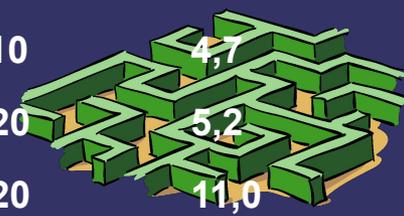
ПС40	110	175	185	100	30	70	70	1,7
ПС70-Д	127	255	290	130	40	90	100	3,4
ПС120-А	146	260	330	130	45	110	115	5,4
ПС210-Б	170	320	385	130	40	110	115	8,2
ПС160-Б	170	280	390	130	35	100	115	8,5
ПС300	175	430	440	130	50	90	90	12
ПС300-Б	195	320	420	130	50	120	115	11,5
ПС400	205	470	455	130	50	90	90	16,0
ПС400-А	220	390	450	130	55	120	120	15,9

Изоляторы подвесные фарфоровые

ПФ70-В	134	270	355	130	35	100	110	4,8
ПФ160-А	173	280	385	130	40	105	105	8,7
ПФ200-А	194	350	420	125	44	130	135	12,8

Изоляторы подвесные для районов с загрязненной атмосферой

ПФГ70-Б	125	270	375	130	40	115	110	4,7
ПФГ70-А	130	270	400	130	40	120	120	5,2
ПСГ160	166	375	495	130	50	120	120	11,0



Конструкция подвесного изолятора с цилиндрической головкой

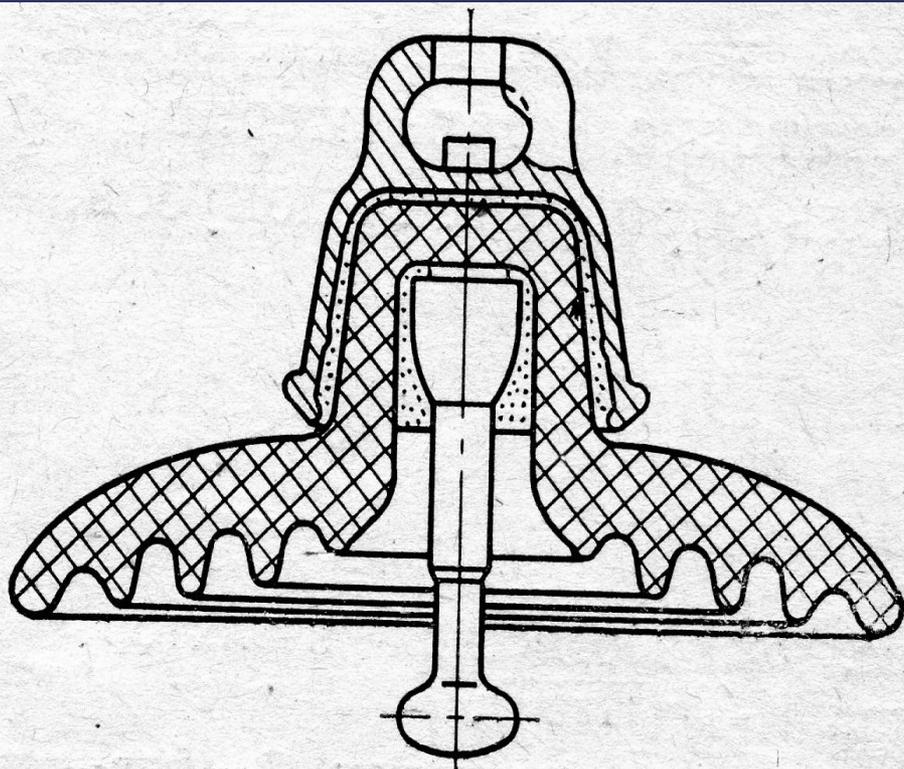
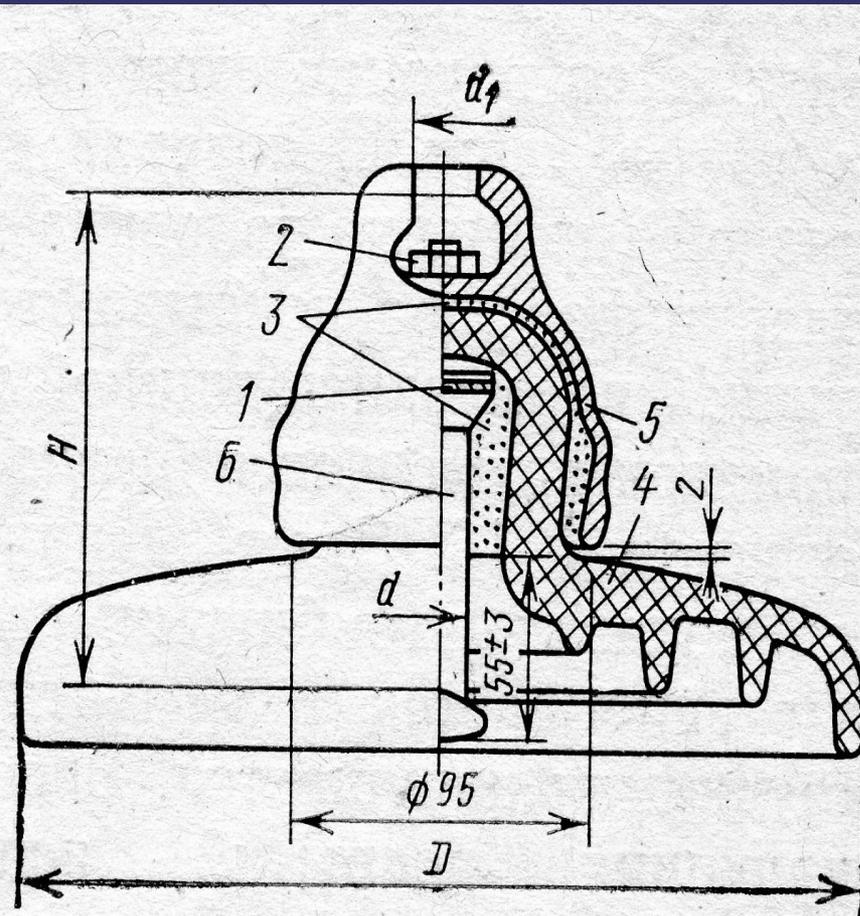


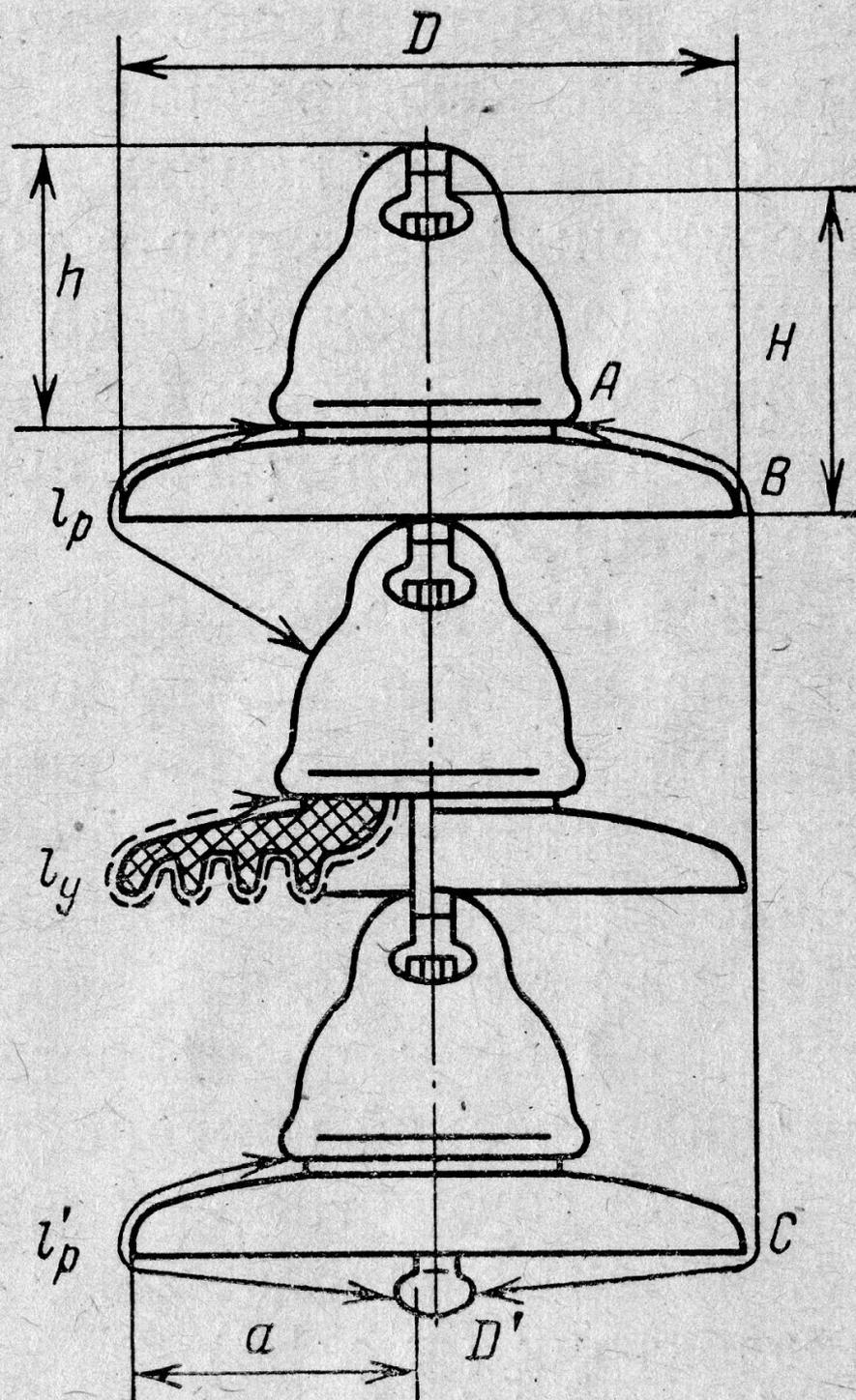
Рис. 51. Подвесной изолятор с цилиндрической головкой.



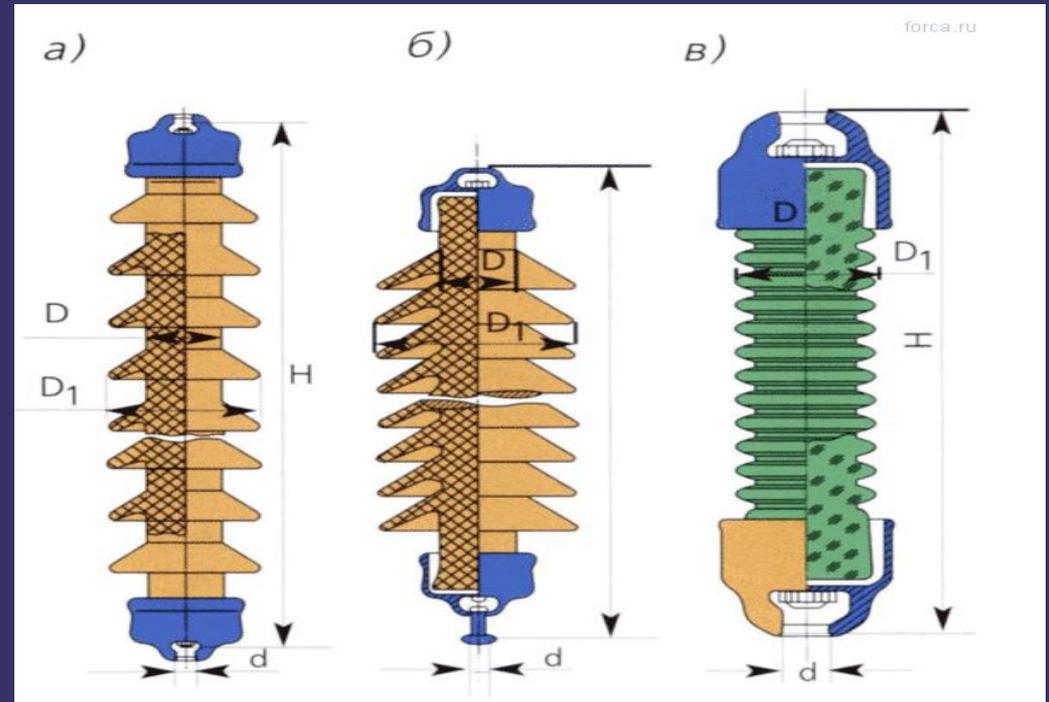
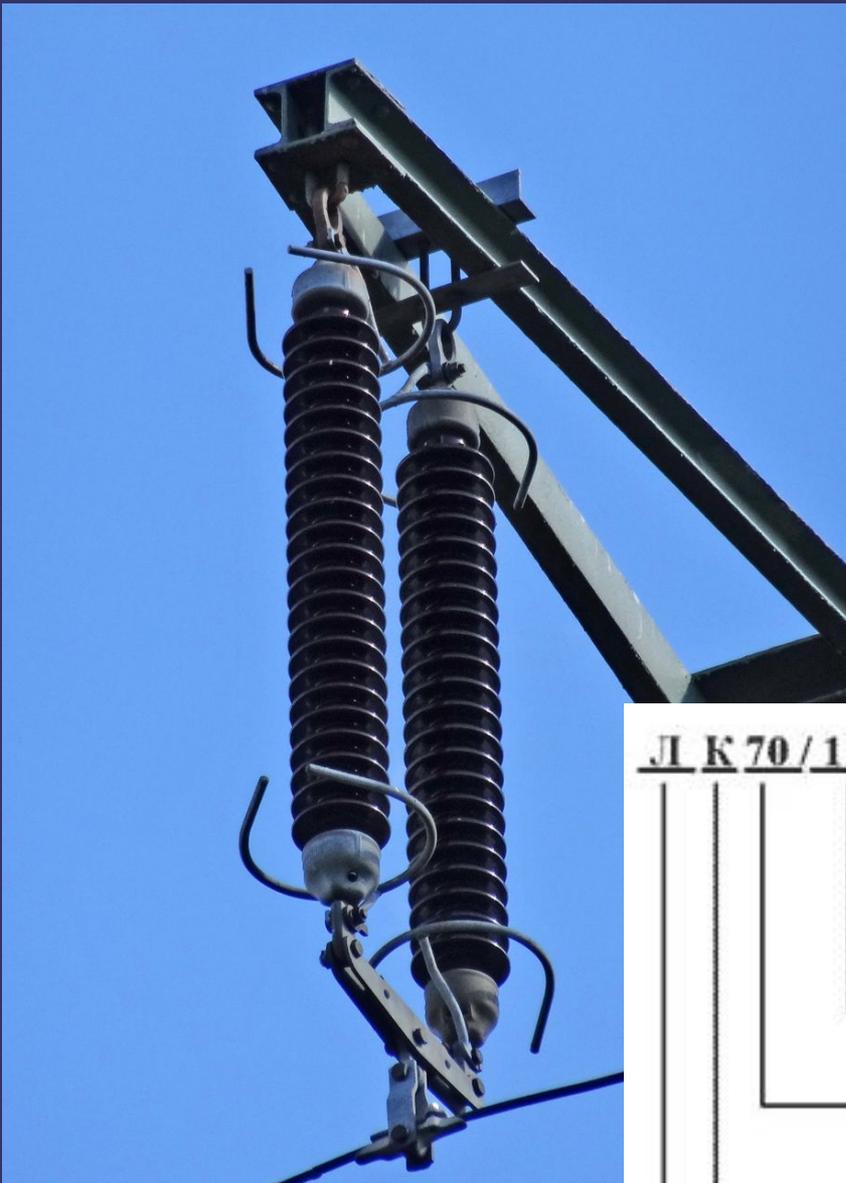
1 — прокладка; 2 — замок; 3 — цементно-песчаная связка; 4 — тело изолятора; 5 — шапка; 6 — стержень.

Рис. 66. Пути разряда и путь утечки подвесных изоляторов.

l'_p — путь разряда одиночного изолятора в сухом состоянии; l_p — путь разряда изолятора в гирлянде; $ABCD'$ — путь разряда в гирлянде по кратчайшему расстоянию между крайними электродами гирлянды; l_y — путь утечки по поверхности.



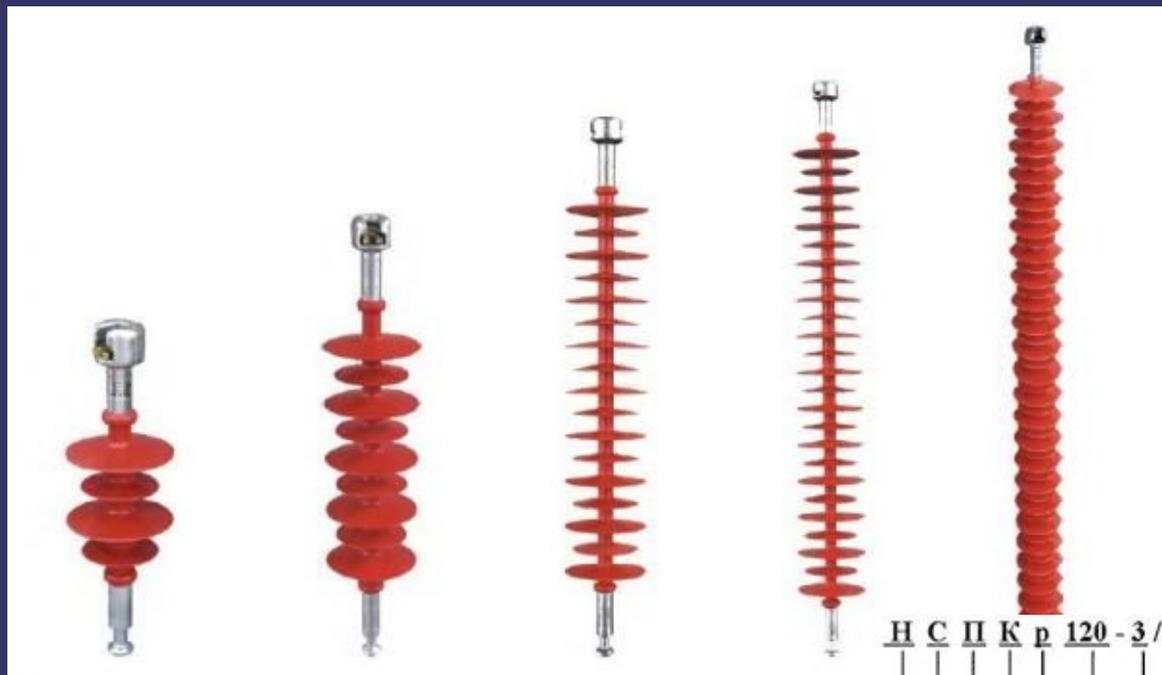
Подвесные стержневые изоляторы



Л К 70 / 110 - А - 2

- 2, 3 ... – максимальная степень загрязнения по ГОСТ 9920, при которой может применяться изолятор
- А, Б и т.д. – индекс модификации изолятора;
- 110; 220... – класс изолятора: значение номинального напряжения линий электропередачи в киловольтах;
- 70; 120... – класс изолятора: значение нормированной разрушающей механической силы при растяжении в килоньютонах;
- К – материал защитной оболочки – кремнийорганическая резина;
- Л – вид конструкции изолятора: стержневой подвесной линейный;

Полимерные изоляторы для контактной сети железных дорог

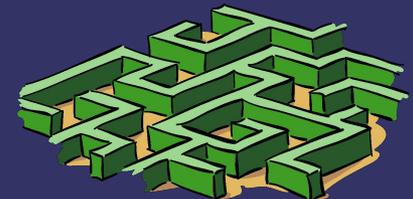


Н С П К р 120 - 3 / 0,6 - Б

- Б, В, Г... – индекс модификации изолятора по виду зацепления
- 0,6; 0,95 и т.д. – длина пути утечки тока в метрах по ГОСТ Р 51204-98
- 3; 25... – класс изолятора: значение номинального напряжения контактной сети в киловольтах, (кВ);
- 70; 120... – класс изолятора: значение нормированной разрушающей механической силы при растяжении в килоньютонах, (кН);
- р – индекс: цельнолитая ребристая защитная оболочка
- К – материал защитного покрытия изоляционной части: кремнийорганическая резина
- П – материал изоляционной части: полимер
- С – Конструктивное исполнение: стержневой
- К, Н, П, Ф – Назначение изолятора:
 - К- консольный;
 - Н- натяжной;
 - П- подвесной;
 - Ф- фиксаторный.

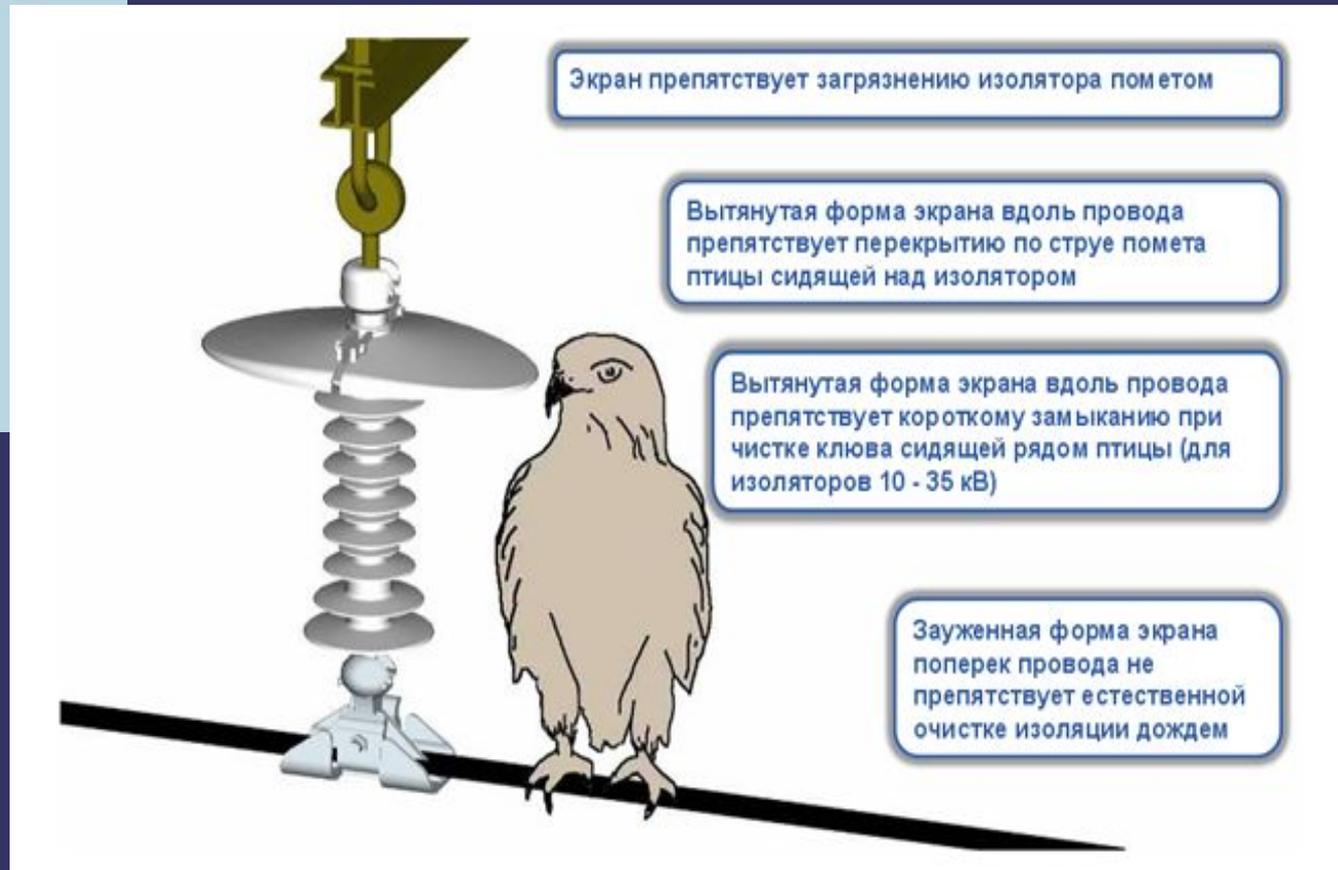


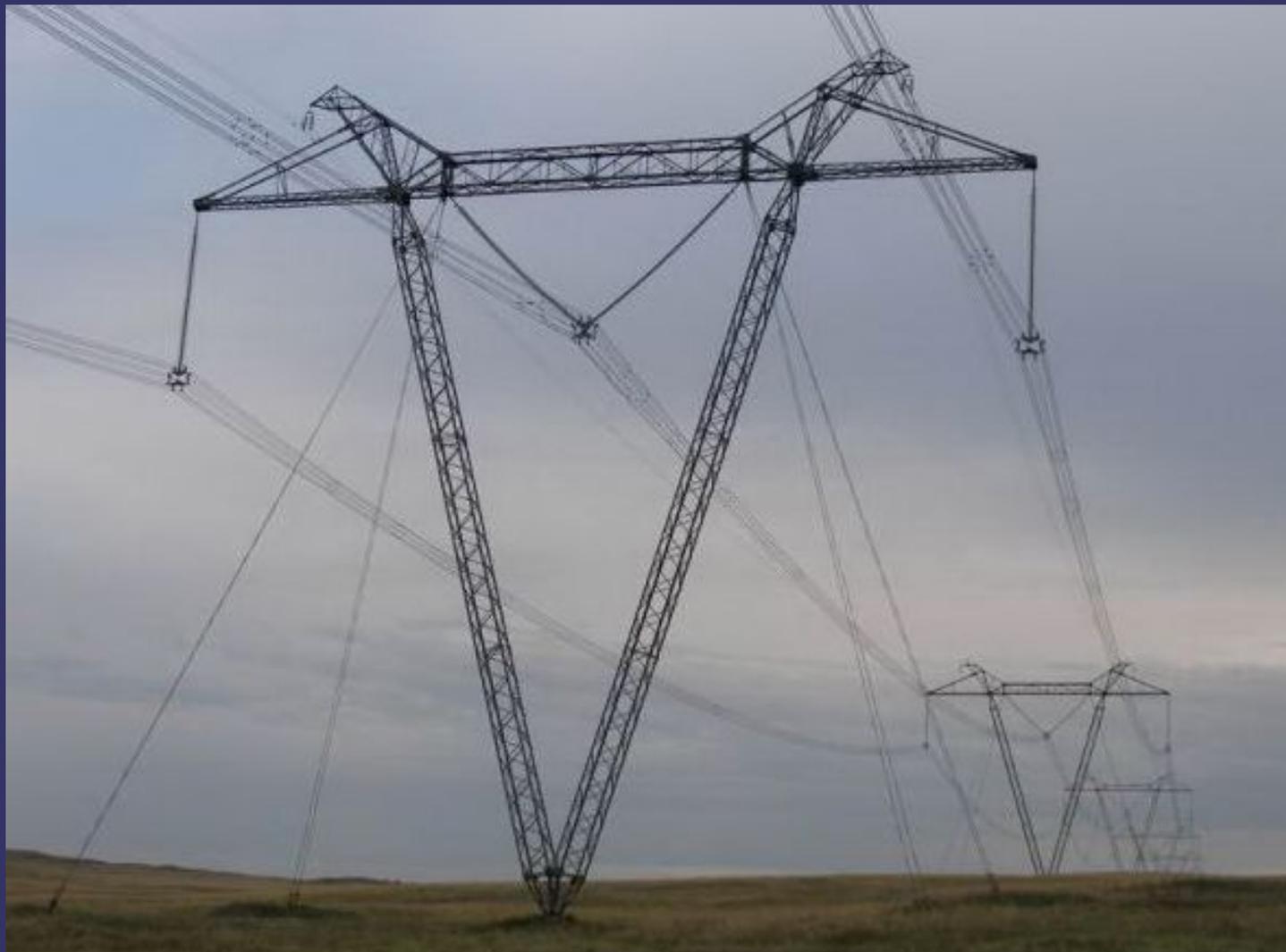
В России в соответствии со ст. 28 и 56 закона «О животном мире» эксплуатанты ЛЭП несут ответственность за гибель птиц на принадлежащих им линиях и обязаны принимать меры по её предотвращению





Птицезащитные устройства

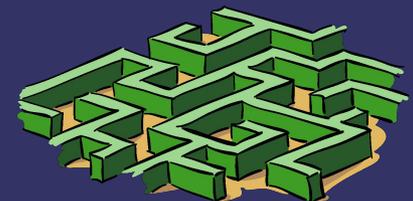
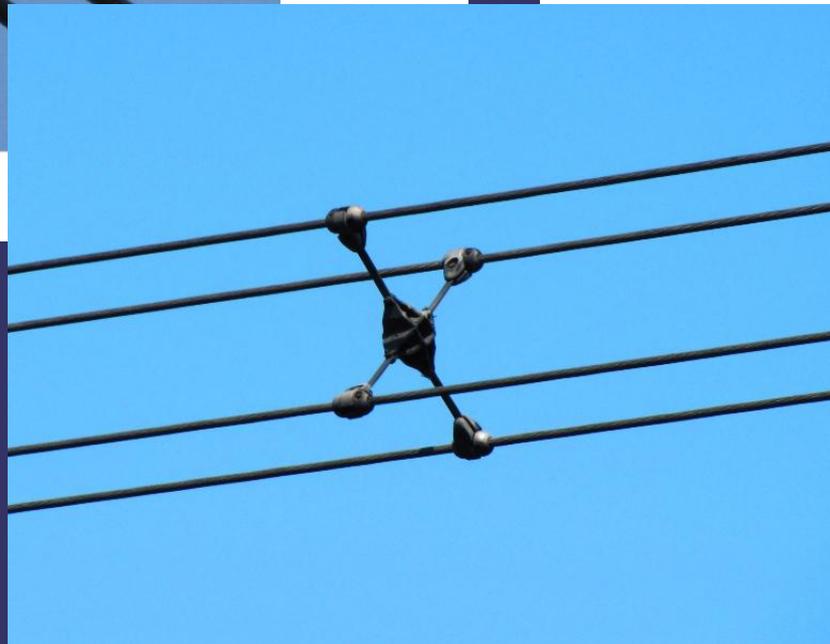
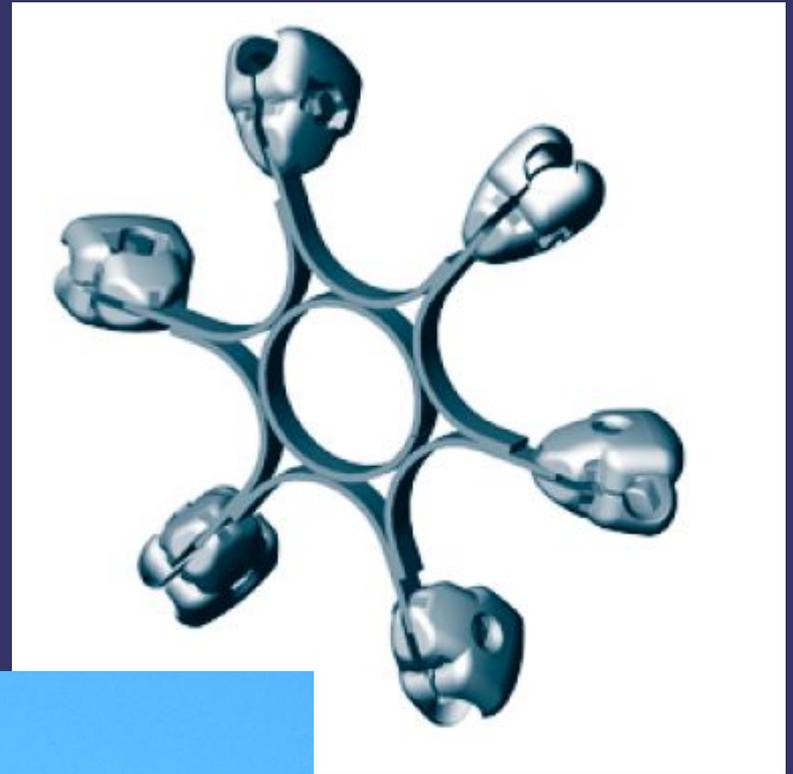
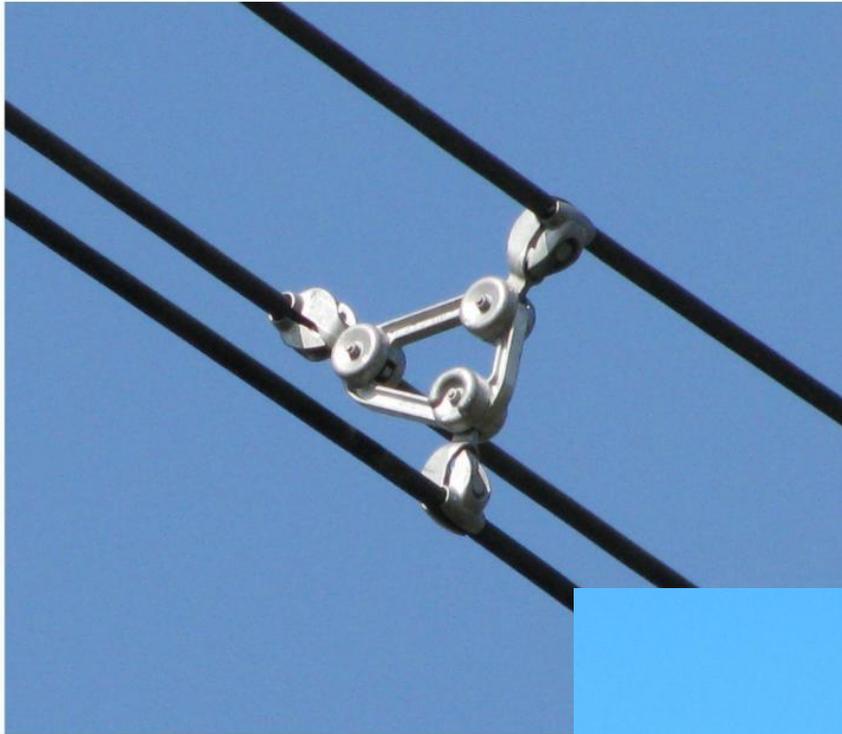




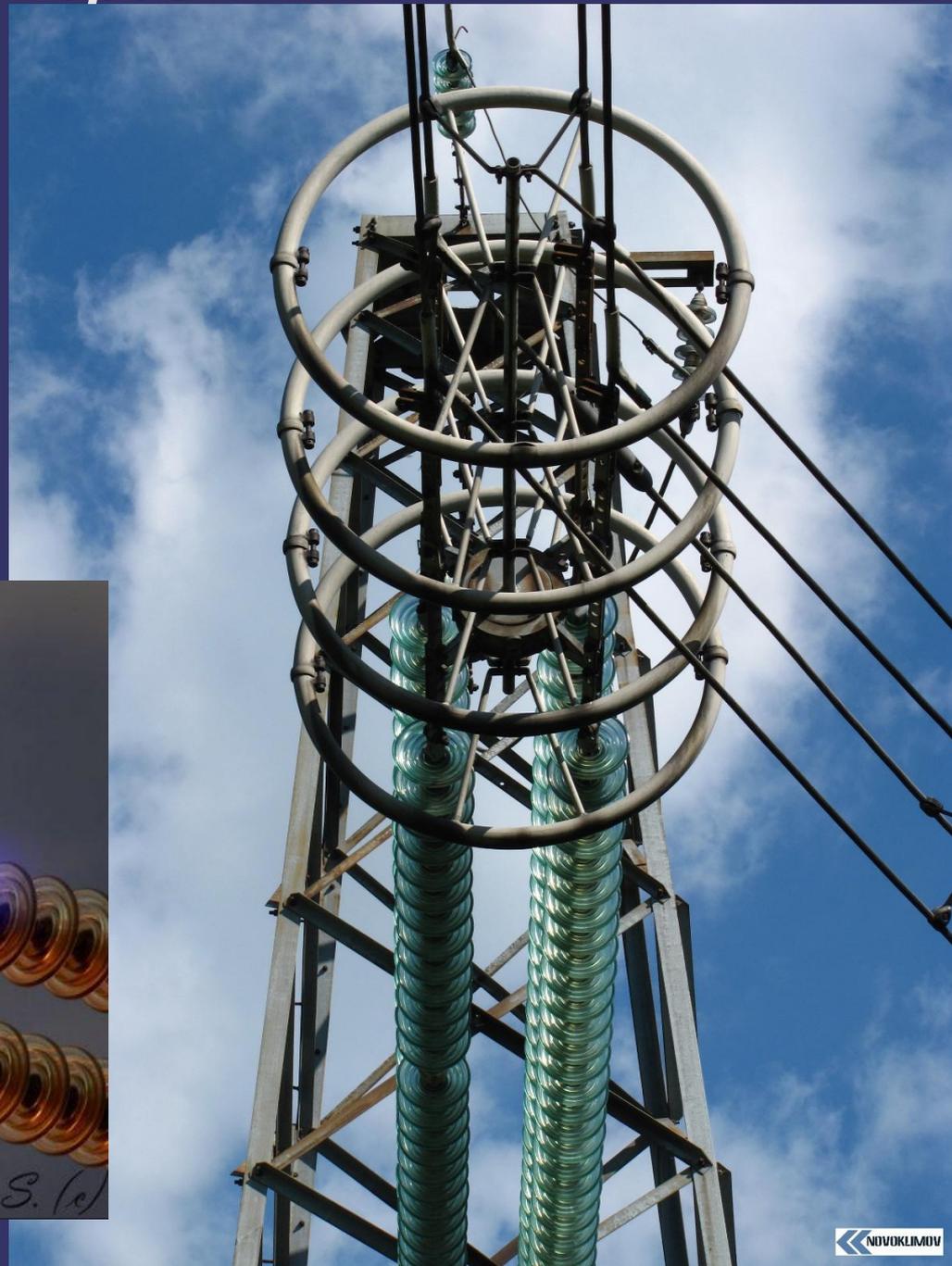
- линия электропередачи «Сибирь-Центр» проектного напряжения 1150 кВ.. В настоящий момент работает под напряжением 500 кВ. Протяжённость участка — 432 километра, установлена на электрических опорах со средней высотой 45 метров. Вес проводников приблизительно 50 тонн.



Расщепленные провода



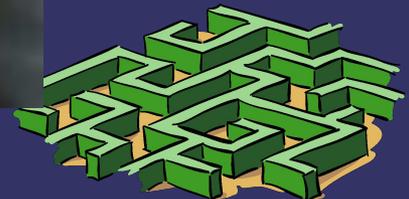
Экраны и коронирующие электроды на гирляндах изоляторов



Tsiplakov S. (c)

ОПОРНЫЕ ИЗОЛЯТОРЫ

Опорные изоляторы служат для изоляции и жесткого крепления токоведущих частей электрического устройства от земли или других частей электроустановки, находящихся под разными напряжениями, также опорные изоляторы используются при производстве различного электротехнического оборудования: разъединителей, предохранителей, шинных опор и т.д. .



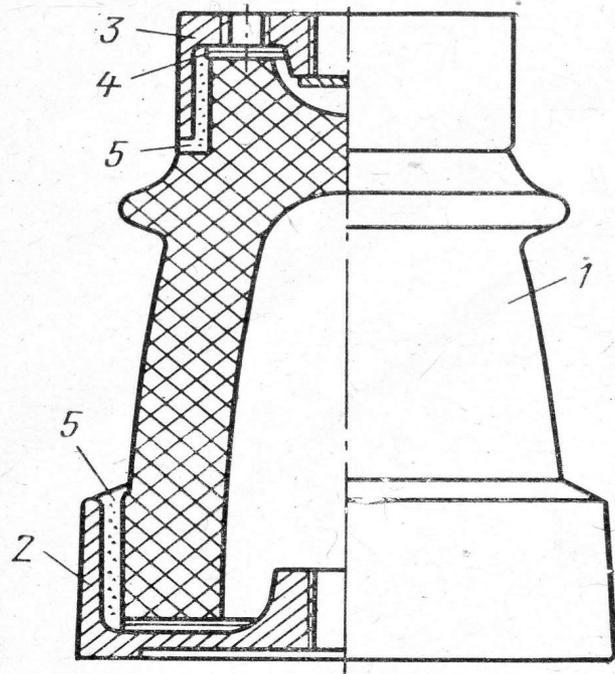


Рис. 17. Опорный изолятор типа ОФ-6-750кр.

1 — тело изолятора; 2 — фланец;
3 — колпачок; 4 — прокладка;
5 — цементно-песчаная связка.

- Опорный изолятор внутренней установки с наружной заделкой арматуры

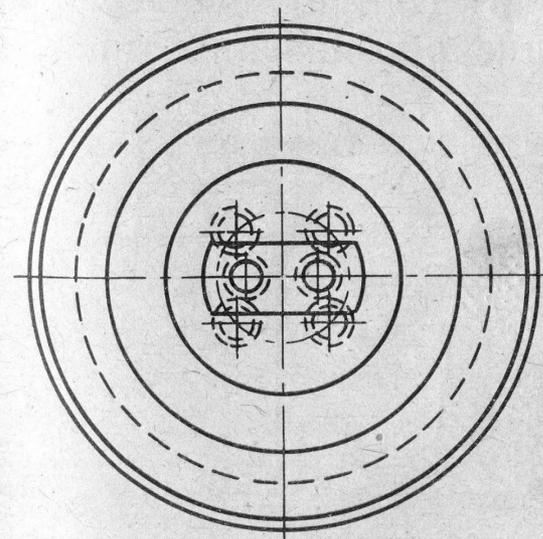
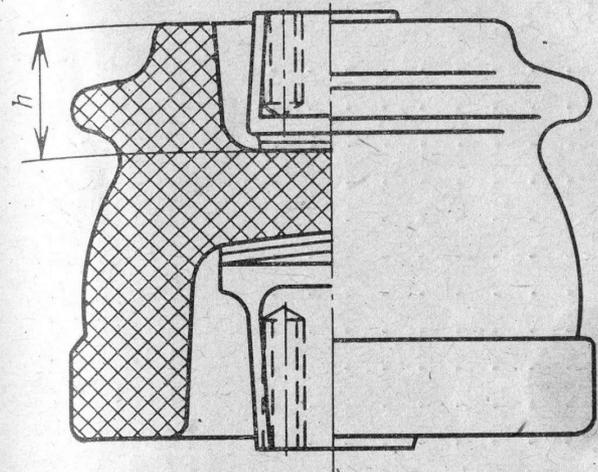
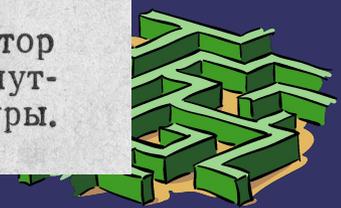
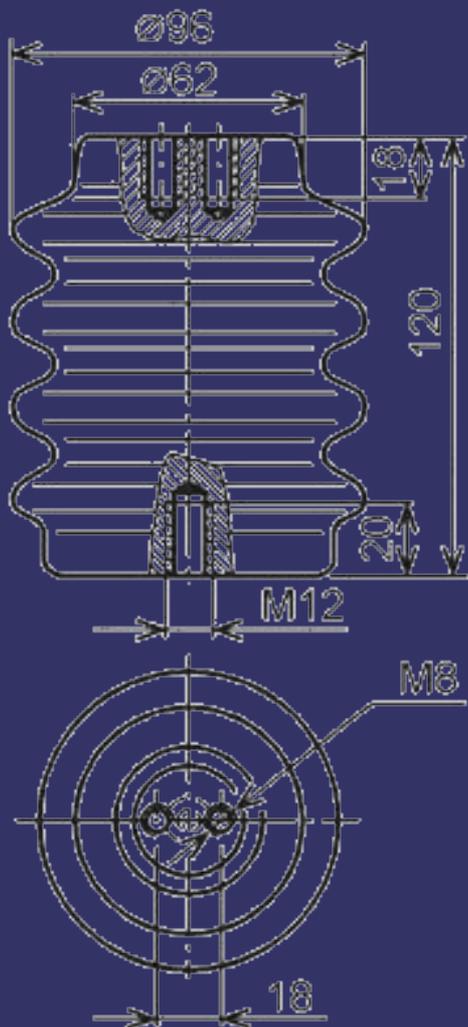


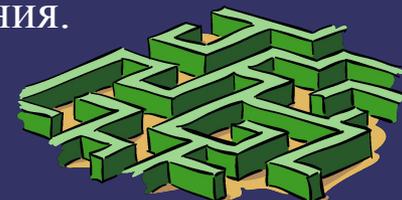
Рис. 18а. Опорный изолятор внутренней установки с внутренним креплением арматуры.



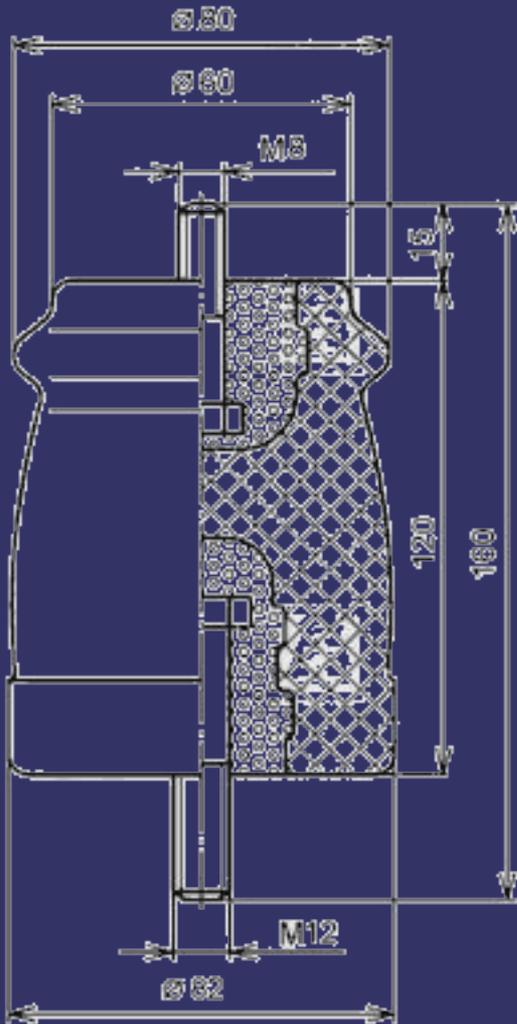
Изолятор ИОР-10-3,75 II УХЛ2



- Номинальное напряжение: 10 кВ
- Минимальная разрушающая сила, кН: 3,75 кН
- Климатическое исполнение: УХЛ2
- Масса, кг: 1,6 кг
- **Условное обозначение изоляторов типа ИОР:**
 - И – изолятор;
 - О – опорный;
 - Р – ребристый;
- 1, 10, 20, 27 – номинальное напряжение, кВ;
2,5; 3,75; 7,2; 7,5; 8,0; 20 – минимальная разрушающая сила на изгиб, кН;
0; 1; 3 – вариант исполнения;
УХЛ, Т – климатическое исполнение;
2 – категория размещения.



Изолятор ИО-10-3,75 I УЗ

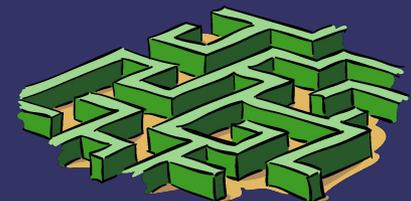


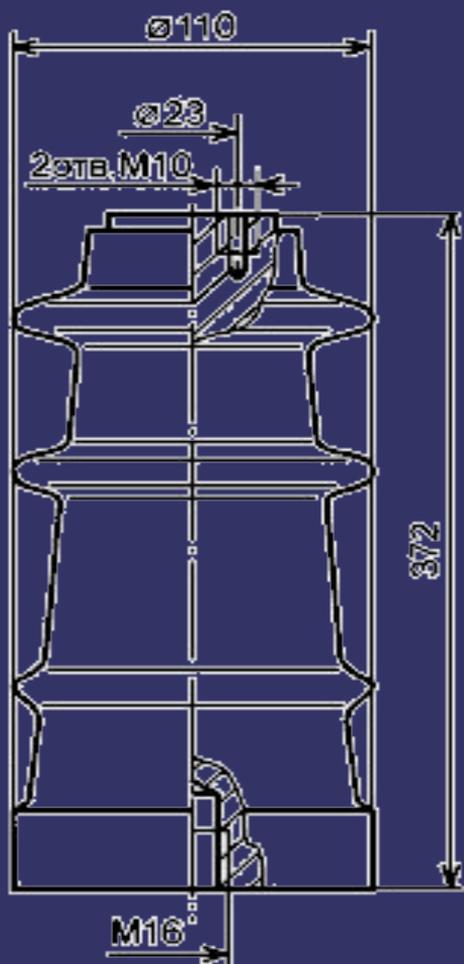
Номинальное
напряжение: 10 кВ

Минимальная
разрушающая сила,
кН: 3,75 кН

Климатическое
исполнение: УЗ

Масса, кг: 1,32 кг





Изолятор ИО-35-3,75 У3

Номинальное напряжение: 35 кВ

Испытательное напряжение: 195 кВ

Минимальная разрушающая сила,
кН: 3,75 кН

Климатическое исполнение: У3

Масса, кг: 7,0 кг

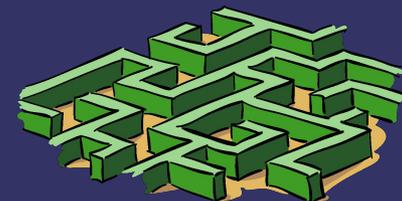
- **Опорные изоляторы ИО-35-3,75 У3** предназначены для изоляции и крепления токоведущих частей в электрических аппаратах и распределительных устройствах номинальным напряжением сети до 35 кВ частотой до 60 Гц.



Изоляторы типа ОЛК



- Условное обозначение типа изоляторов состоит из букв и цифр, которые означают:
- О- опорный;
- Л- линейный;
- К- материал защитной оболочки, кремнийорганическая резина
- значение нормированной механической разрушающей силы на изгиб, кН,
- класс напряжения, кВ;
- А, Б и т.д. - индекс модификации изолятора, типы оконцевателей;
- 1-4 - максимальная степень загрязнения при которой может применяться изолятор.



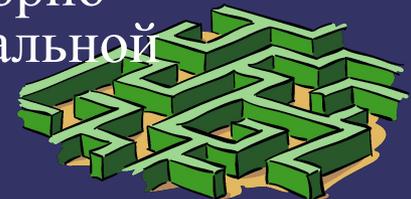
Опорно-стержневые изоляторы



- применяют в ЗРУ и ОРУ для крепления на них токоведущих шин или контактных деталей.
- Опорно-стержневые изоляторы наружной установки отличаются большим количеством ребер, чем изоляторы внутренней установки. Ребра служат для увеличения длины пути тока утечки с целью повышения разрядных напряжений изоляторов под дождем и в условиях увлажненных загрязнений.

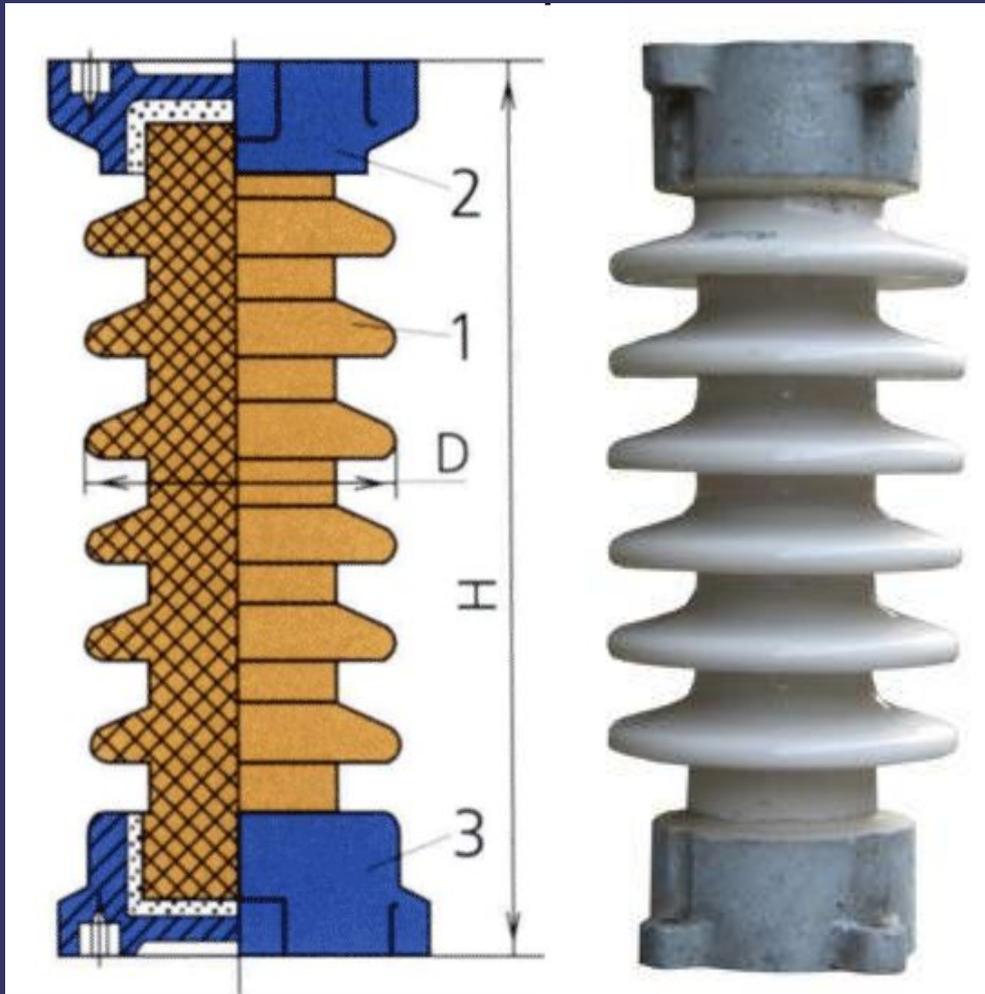
- **Обозначение**

- ОСН-35-2000 расшифровывается следующим образом: опорный, стержневой, наружной установки, на 35 кВ, с минимальной разрушающей силой 2000 даН (20 кН)
- ИОС-35-500-01 - изолятор опорно-стержневой на 35 кВ, с минимальной разрушающей силой 5 кН

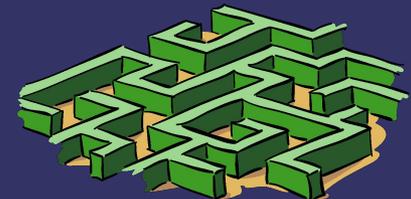


Изолятор ИОС-35-500-01

- *Изолятор ИОС-35-500-01*
- Марка изолятора: ИОС-35-500-01
- Номинальное напряжение: 35 кВ
- Испытательное напряжение: 195
- Минимальная разрушающая сила, кН: 5
- Климатическое исполнение: УХЛ1
- Масса, кг: 16
- Опорные изоляторы ИОС используют в качестве крепления и изоляции токоведущих путей. Предназначены они для электрических аппаратов, комплектных распределительных устройств, токопроводов, распределительных устройств электростанций и подстанций, где напряжение с частотой 100 Гц превышает 1000 В.



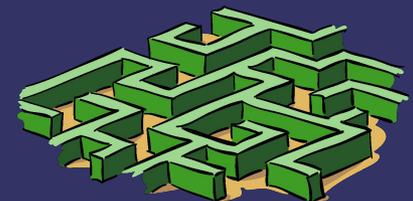
Опорно-стержневой изолятор ОИС:
1 - фарфоровый стержень; 2 и 3 – фланцы



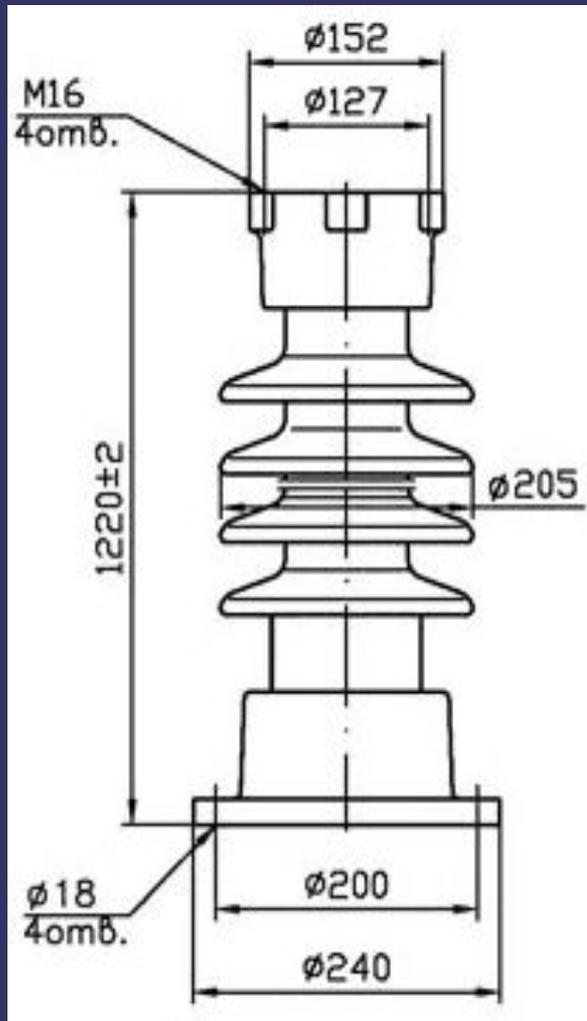
ОНС-10-300



- *Изолятор С4-80 I (ОНС-10-300)*
- Номинальное напряжение: 10 кВ
- Минимальная разрушающая сила, кН: 3
- Климатическое исполнение: УХЛ1
- Масса, кг: 2,5
- применяются в высоковольтных разъединителях и выключателях распределительных устройств.



Изолятор С6-550 I М



- Номинальное напряжение: 110 кВ
- Испытательное напряжение: 550 кВ
- Минимальная разрушающая сила, кН: 6
- Климатическое исполнение: УХЛ1
- Масса, кг: 63,9

Изоляторы С6-550 I М, опорно-стержневые, класса напряжения 110 кВ применяются в высоковольтных разъединителях и выключателях распределительных устройств.



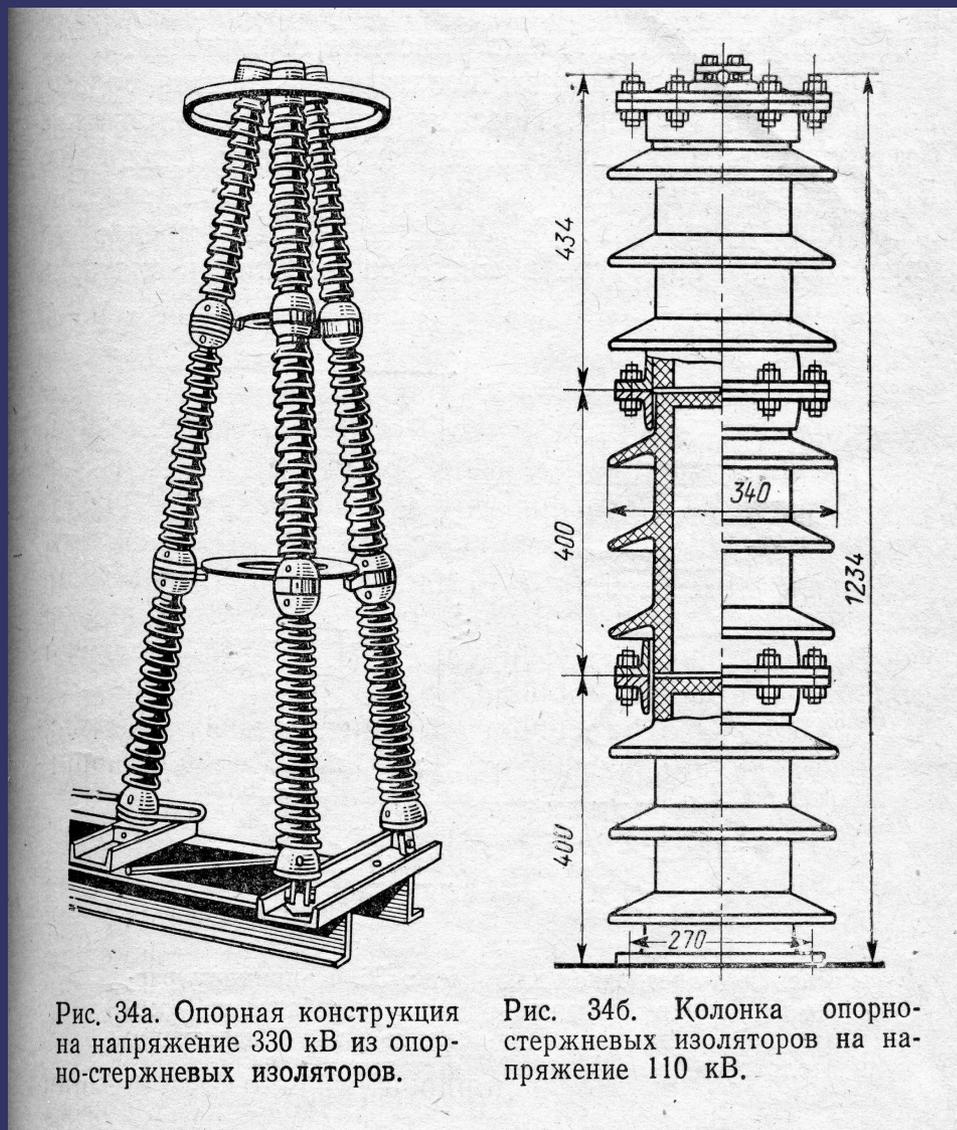


Рис. 34а. Опорная конструкция на напряжение 330 кВ из опорно-стержневых изоляторов.

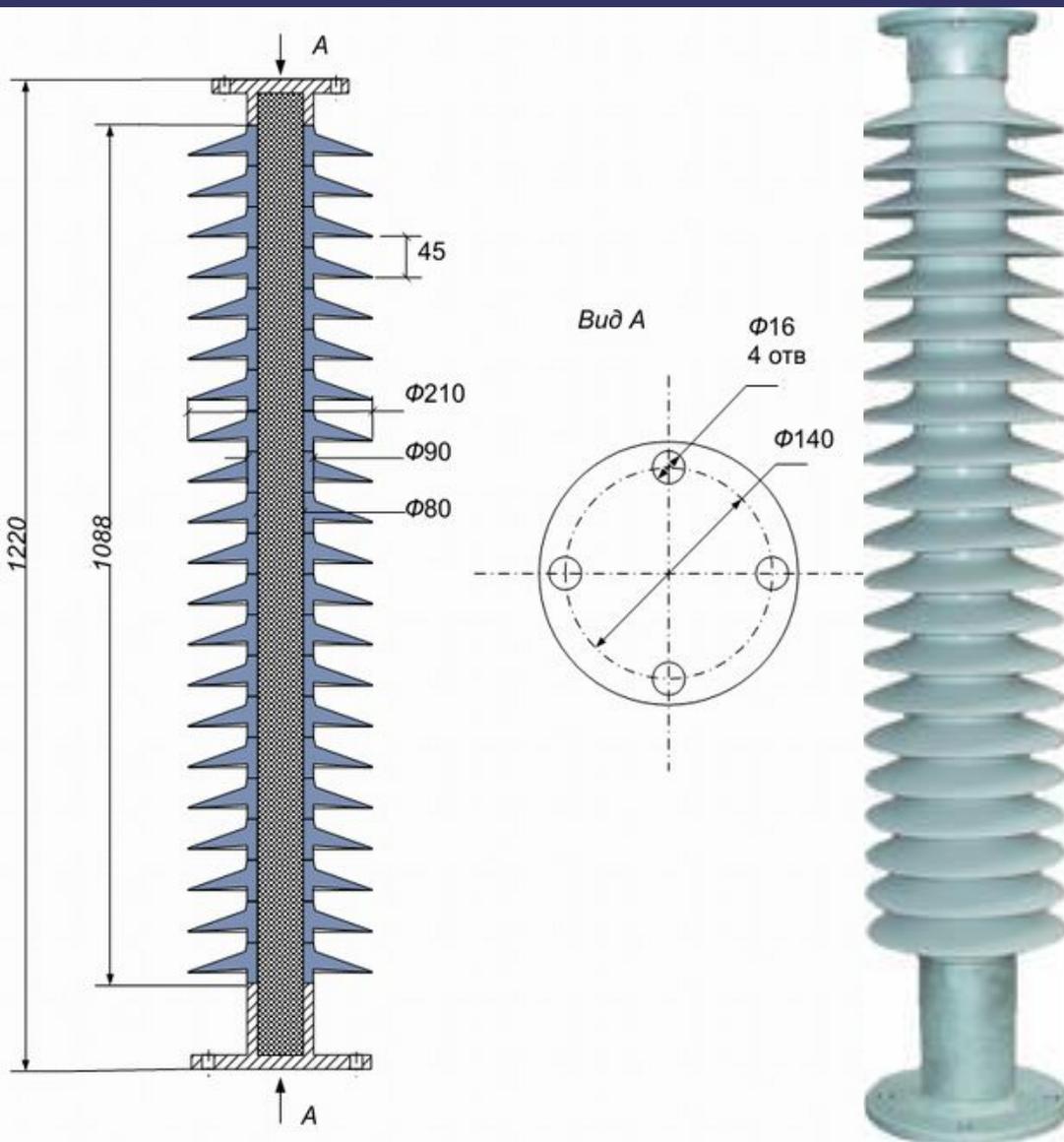
Рис. 34б. Колонка опорно-стержневых изоляторов на напряжение 110 кВ.

- Колонки опорно-стержневых изоляторы на 800 кВ



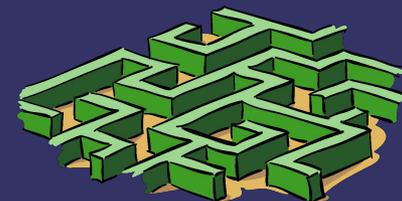


Высоковольтные полимерные изоляторы серии ОСК,

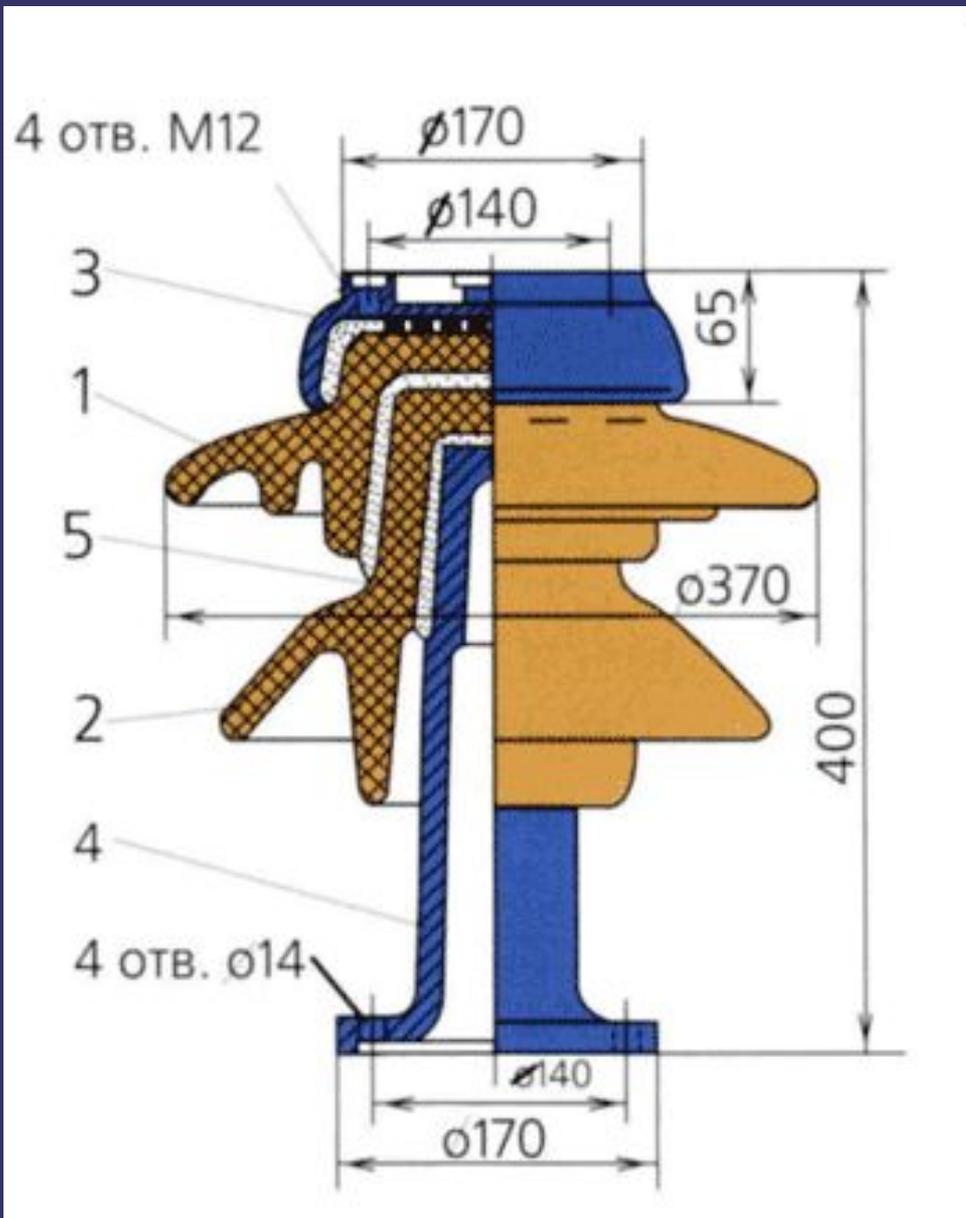


- Условное обозначение опорного изолятора по ГОСТ 52082-03:
-
- О С К - Х1 -Х2 -Х3- Х4 -УХЛ1
- "О" - опорный
- "С" - стержневой
- "К" - защитная оболочка кремнийорганическая
- "Х1" - минимальное разрушающее усилие на изгиб, в кН
- "Х2" - номинальное напряжение, в кВ
- "Х3" - индекс модификации, исполнение фланцев
- "Х4" - степень загрязнения по ГОСТ9920
- "Х5" - климатическое исполнение по ГОСТ15150

Изолятор опорный стержневой полимерный кремнийорганический
ОСК-20-110-В-4 УХЛ1



Опорно-штыревые изоляторы



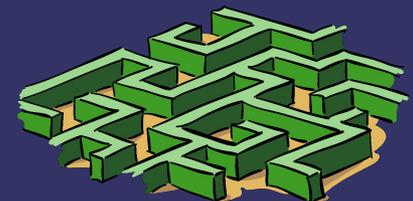
Опорно-штыревые изоляторы применяют для наружных установок в тех случаях, когда требуется высокая механическая прочность.

К опорно-штыревым изоляторам относятся изоляторы типа ОНШ

Для напряжения 6-10 кВ состоят из одного изолирующего элемента, на 20-35 кВ – из двух трёх элементов

Опорно-штыревой изолятор ОНШ:

- 1 и 2 - фарфоровые элементы;
- 3 - колпачок;
- 4 - штырь;
- 5 - связующая мастика



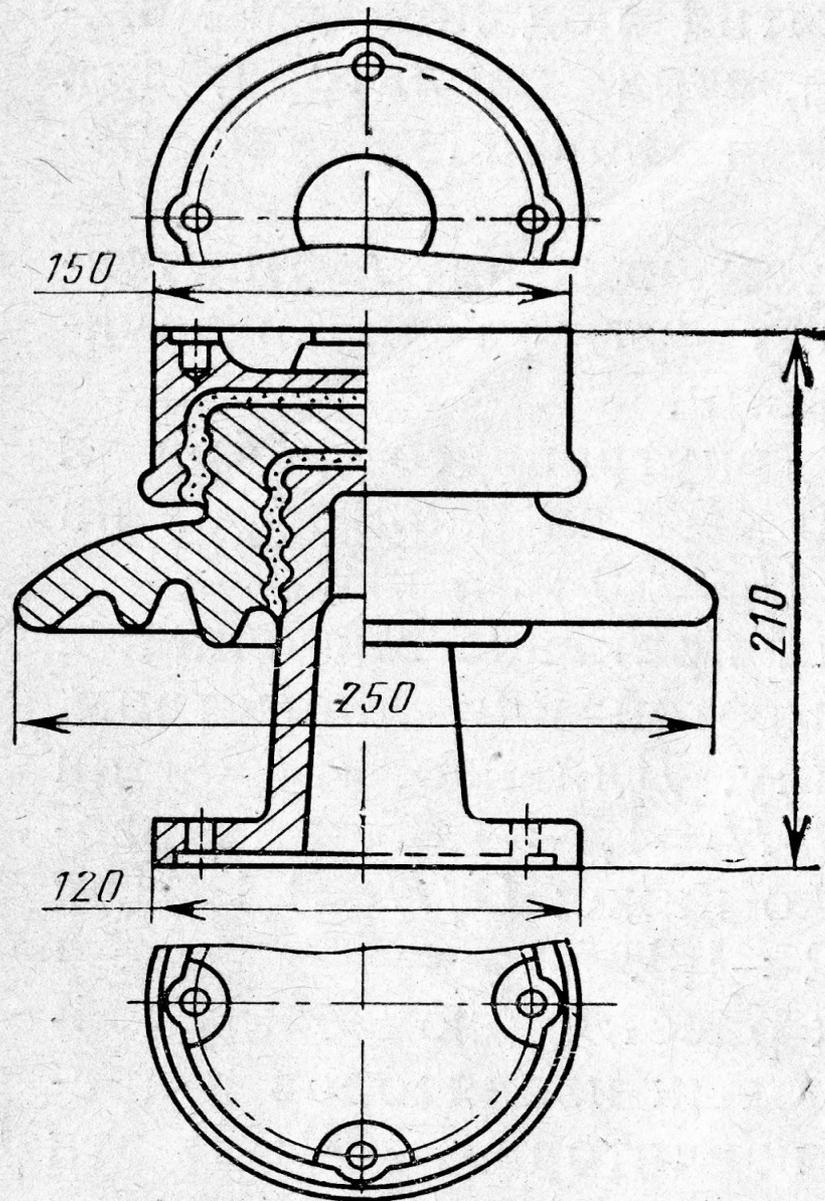


Рис. 31. Опорно-штыревой изолятор типа ОНШ-10-2000.

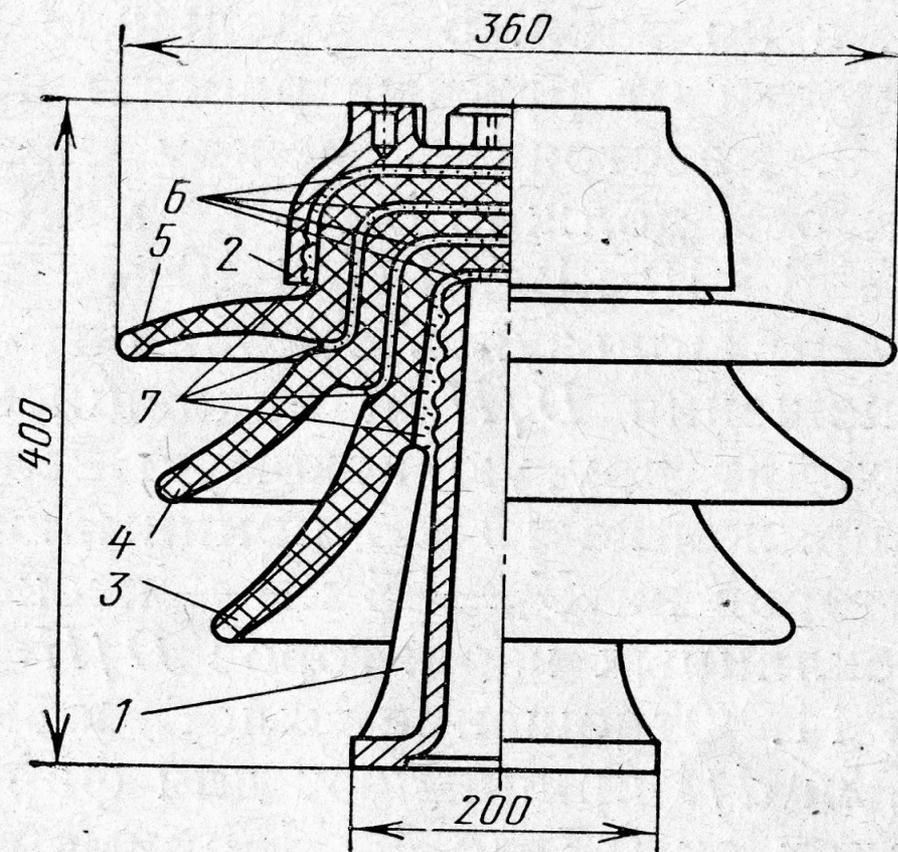


Рис. 32. Опорно-штыревой изолятор типа ОНШ-2000-1.

1 — штырь; 2 — колпак; 3—5 — фарфоровые элементы; 6 — прокладки; 7 — цементно-песчаная связка.



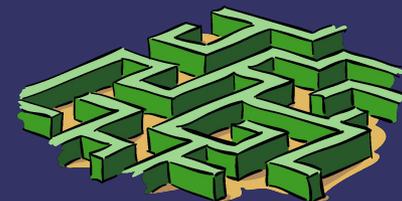
Стекланный ИШОС-10-20



Фарфоровый ОНШ-10-20

Опорно-штыревые изоляторы обычно используются в распределительных устройствах открытого типа для закрепления ошинок и установки аппаратных устройств под напряжением.

При эксплуатации в условиях сильного напряжения опорно-штыревые изоляторы собирают в колонку, составляя их друг на друга. Высота доходит до 9 штук изоляторов ОНШ-35-20 для набора колонки на напряжение 220 кВ.



Полимерный ОНШП-10-20УХЛ1

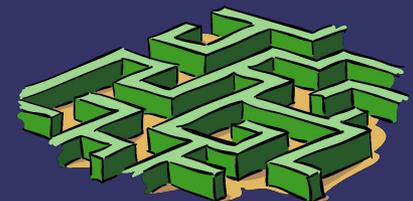


изолятор ОНШ-15-5

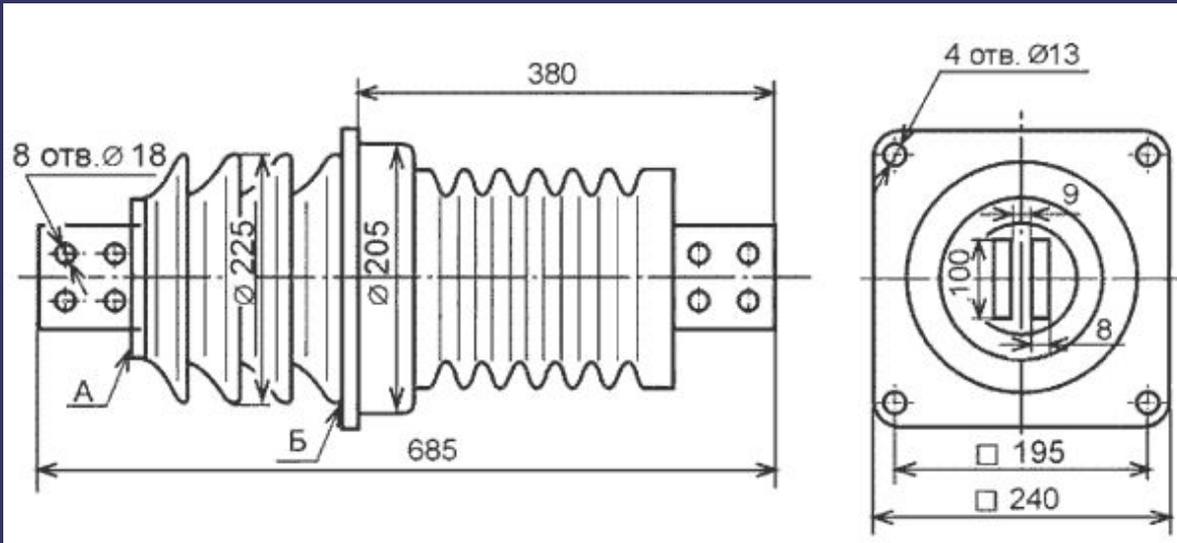


ПРОХОДНЫЕ ИЗОЛЯТОРЫ

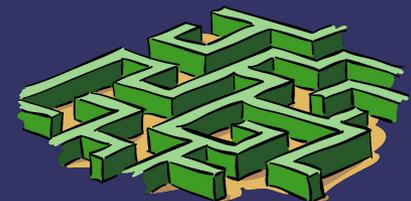
Проходные изоляторы используются для проведения и изоляции токоведущих частей в распределительных устройствах электростанций и подстанций закрытого типа, для вывода высоковольтных проводов из баков трансформаторов, из воздушных и масляных выключателей, а также для изоляции проводов, которые проходят через стены зданий и построек



Изолятор ИПУ-10/2000-12,5 УХЛ1



- Номинальное напряжение: 10 кВ
- Номинальный ток, А: 2000
- Минимальная разрушающая сила, кН: 12,5
- Климатическое исполнение: УХЛ1
- Масса, кг: 18

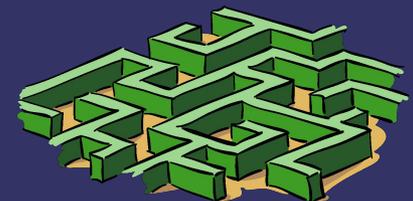


Изолятор ИПТ-0,5/100.01

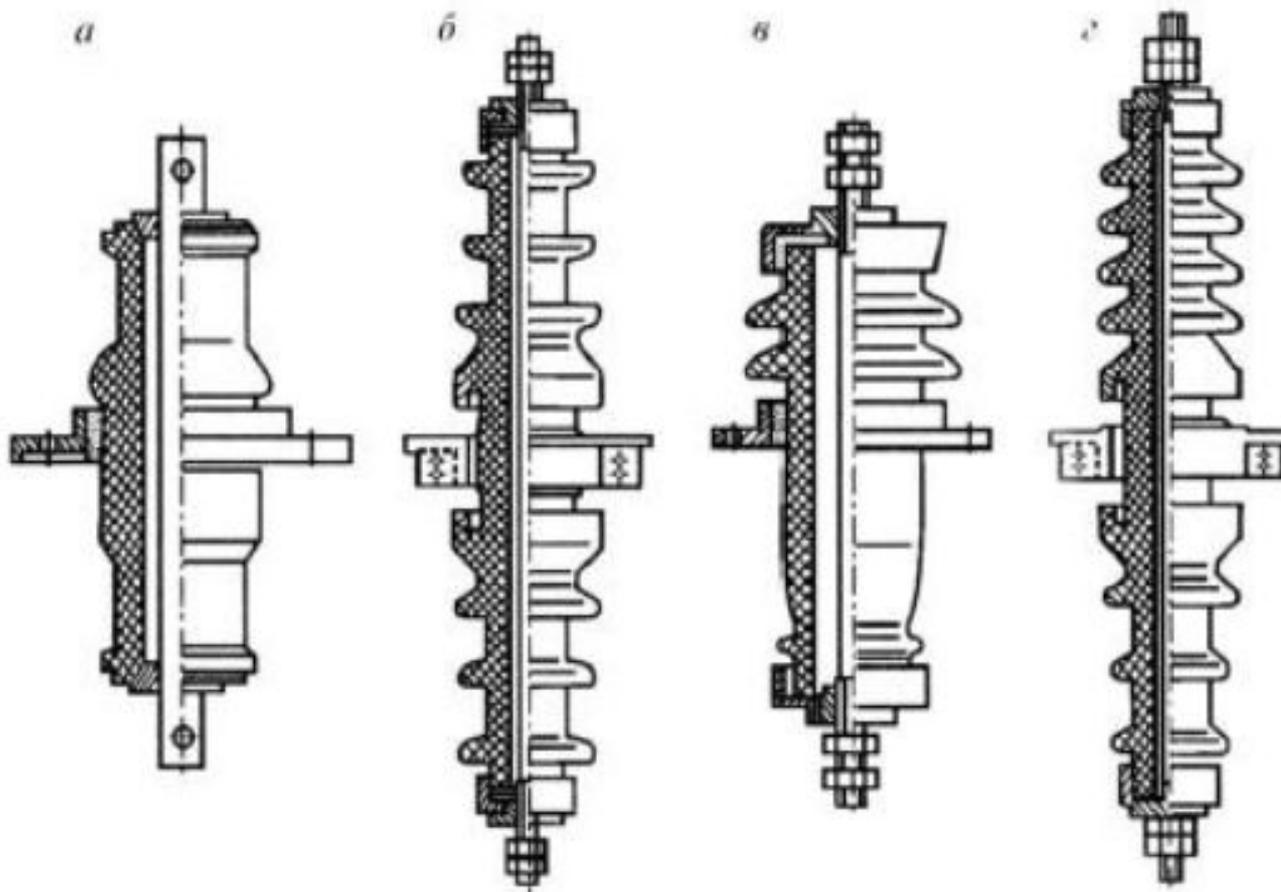


Изоляторы **ИПТ0,5/100.01**
предназначены для
комплектации съемных
трансформаторных вводов
переменного тока частотой
50 и 60 Гц

Изоляторы **ИПТ-0,5/100.01** р
ассчитаны для работы на
открытом воздухе и внутри
помещения



Проходные изоляторы



*а и б — для работы в помещении;
в и г — для работы на открытом воздухе;*

*а и в — на 6 кВ;
б и г — на 35 кВ*

Проходные изоляторы на 35 кВ и выше называют высоковольтными вводами. Они имеют более сложную конструкцию.

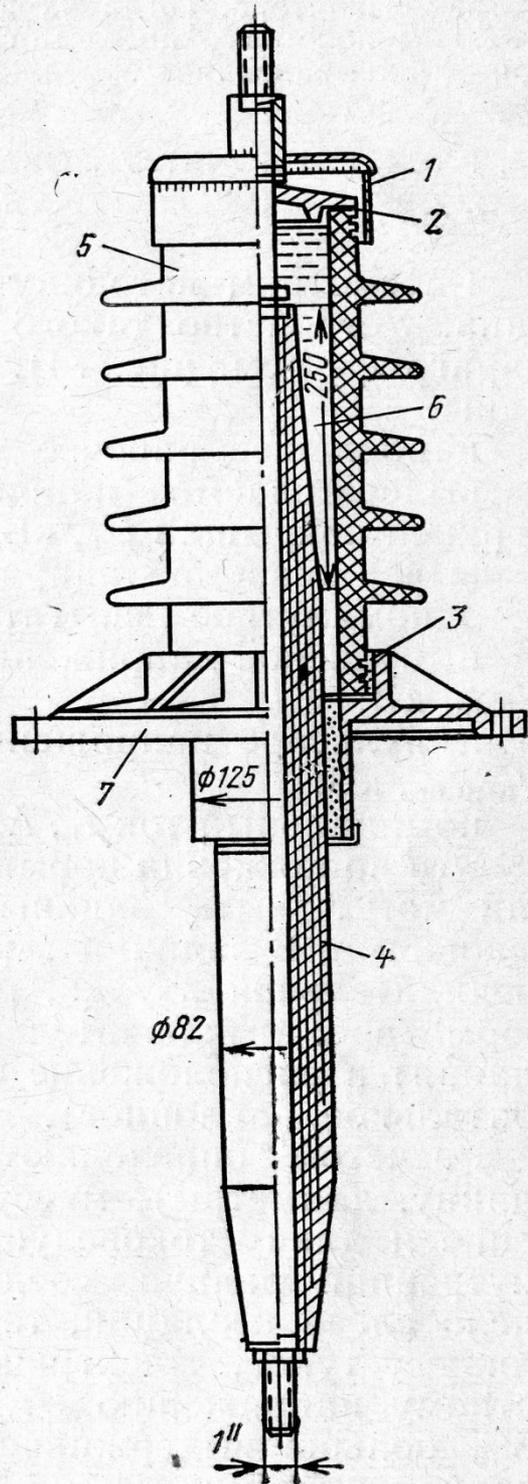


Рис. 76. Ввод на напряжение 35 кВ для наружной установки с бумажно-бакелитовой изоляцией.

1 — колпак дождевой; 2 — чугунная заглушка; 3 — цементирующая связка; 4 — изоляционный сердечник; 5 — фарфоровая покрывка; 6 — мастика; 7 — опорный фланец.

